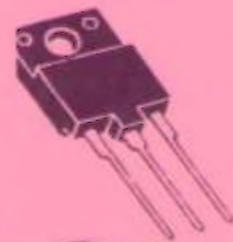
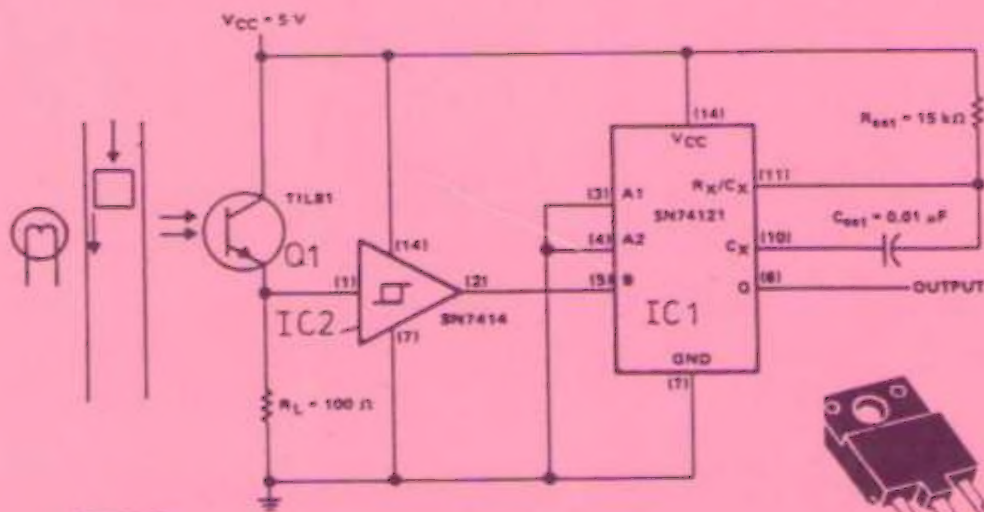


الإلكترونيات الرقمية

وتطبيقاتها العملية



المهندس
أحمد عبد المتعال

الالكترونيات الرقمية وتطبيقاتها العملية

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

موسوعة الالكترونيات الصناعية العملية (٢)

الالكترونيات الرقمية وتطبيقاتها العملية

المهندس

أحمد عبد المتعال

الكتاب : الالكترونيات الرقمية وتطبيقاتها العملية

(موسوعة الالكترونيات الصناعية العملية - ٢)

المؤلف : م. أحمد عبد المتعال

تصميم الغلاف : م. حسن سعيد

رقم الطبعة : الأولى

تاريخ الإصدار : ذو القعدة ١٤٢١ هـ - يناير ٢٠٠١ م

حقوق الطبع : محفوظة للنشر

الناشر : دار النشر للجامعات

رقم الإيداع : ٩٧ / ١٠٩٣٩

الترقيم الدولي : ISBN: 977- 5526 - 74 - 4

الكود : ٢ / ٣٢



دار النشر للجامعات - مصر

ص . ب ١٣٠ محمد فريد ١١٥١٨ القاهرة، تليفاكس: ٢٦١٣١٦٠

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿رَبِّ أَوْزِعْنِي أَنْ أَشْكُرَ نِعْمَتَكَ الَّتِي أَنْعَمْتَ عَلَيَّ وَعَلَىٰ وَالِدَيَّ وَأَنْ أَعْمَلَ صَالِحًا تَرْضَاهُ
وَأَصْلِحْ لِي فِي ذُرِّيَّتِي إِنِّي تُبْتُ إِلَيْكَ وَإِنِّي مِنَ الْمُسْلِمِينَ﴾ [الأحقاف: ١٥].

صدق الله العظيم

شكر وتقدير

أتقدم بخالص الشكر للدكتور خالد السيد صالح - الأستاذ المساعد بقسم
القوى والآلات الكهربائية بكلية الهندسة جامعة عين شمس - لعنايته لنا بالدوائر،
والنصائح المستمرة.

كما أتقدم بخالص الشكر للمهندس عيد محمد الخولي - المهندس بهيئة
الطاقة الذرية - مركز البحوث النووية، الذي لم يقصر معنا في إعداد هذا
الكتاب.

وأخيراً أتقدم بالشكر الجزيل لكل من ساهم معنا في إعداد هذا الكتاب..
وجزاهم الله خير الجزاء...

المؤلف

الباب الأول

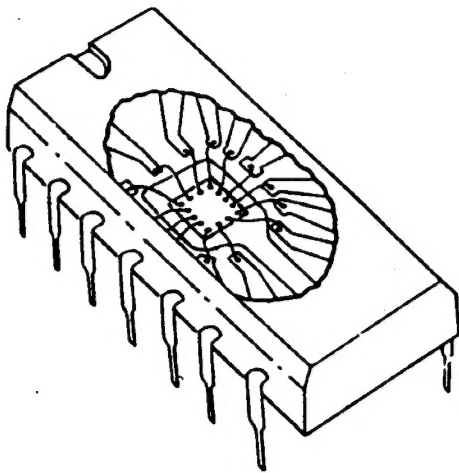
أساسيات الالكترونيات الرقمية

أساسيات الالكترونيات الرقمية

١ / ١ - مقدمة :

يمكن تقسيم الدوائر الالكترونية المتكاملة إلى نوعين أساسيين ، وهما : الدوائر المتكاملة التناظرية (الخطية) Analogue ICs ، والدوائر المتكاملة الرقمية Digital Integrated Circuits وتبنى الدوائر المتكاملة بصفة عامة باستخدام مجموعة من العناصر الالكترونية مثل : المقاومات ، والمكثفات ، والثنائيات ، والترانستورات وتوصل هذه العناصر مع بعضها على رقيقة سليكونية صغيرة جداً ، وتحاط هذه الرقيقة بغلاف لدن له أرجل للتوصيل ، وتوجد أشكال مختلفة للدوائر المتكاملة ، وأكثرها انتشاراً الدوائر المتكاملة DIL وهي اختصار لـ Dual in Line ، وهي دوائر متكاملة بصفين من الأرجل ، على جانبيها المسافة بين كل رجل والاخرى 0.1 بوصة

والشكل (١ - ١) يبين مجسماً لهذا النوع من الدوائر المتكاملة . وعادة فإن الدوائر المتكاملة DIL تتواجد بأعداد مختلفة من الأرجل مثل : (8, 14, 16, 28, 40) ، وتختلف الدوائر المتكاملة التناظرية والدوائر المتكاملة الرقمية في طبيعة الجهود التي تتعامل معها .

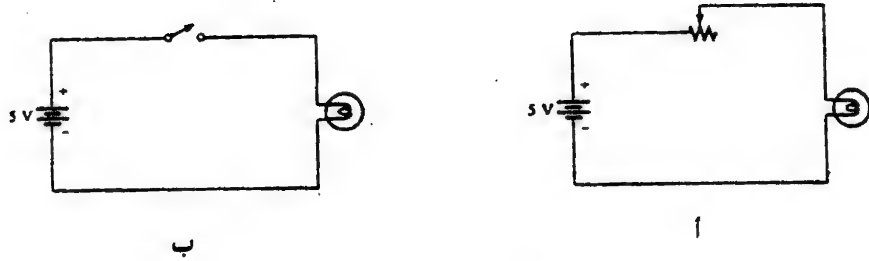


الشكل (١ - ١)

فبالنسبة لجهود الدخل والخرج للدوائر التناظرية تكون جهوداً تناظرية في حين أن جهود الدخل والخرج للدوائر الرقمية تكون على هيئة إشارات رقمية ، والمثال التالي سيوضح الفرق بين الجهد التناظري ، وإشارة الجهد الرقمية .
ففي الشكل (١ - ٢) دوائر للتحكم في مصباح كهربى . ففي الشكل (١)

يتم التحكم فى شدة إضاءة المصباح بتغيير قيمة مقاومة متغيرة موصلة بالتوالى مع المصباح ، وفى الشكل (ب) يتم إضاءة أو إطفاء المصباح بواسطة مفتاح يدوى موصول على التوالى مع المفتاح .

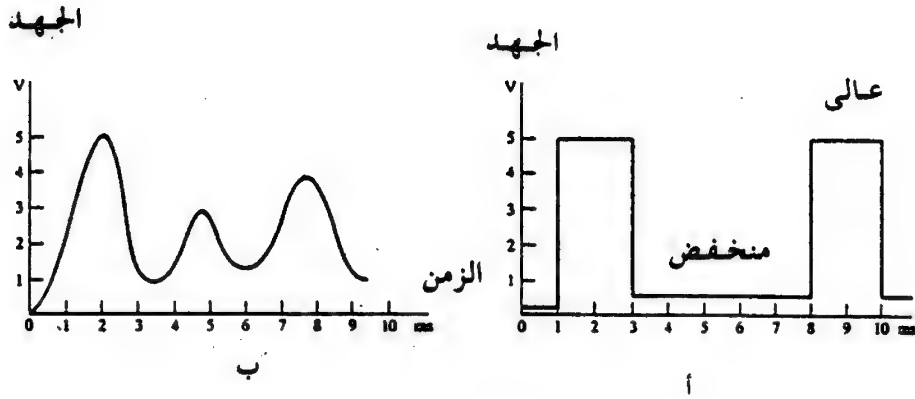
ويقال إن جهد المصباح فى الدائرة أ جهد تناظرى ؛ لأن قيمته تتغير بتغير قيمة المقاومة المتغيرة ، وأقصى قيمة لهذا الجهد التناظرى هو جهد البطارية ، بينما يقال : إن مصباح الدائرة (ب) يتعرض لإشارة جهد رقمية حيث إن لها حالتين فقط ، وهما : الأولى وقيمتها تساوى جهد البطارية عند غلق المفتاح ، وتعمل على إضاءة المصباح ويقال على هذه الحالة الحالة العالية (H) أو الحالة المنطقية 1 ، أما الحالة الثانية : فإن قيمتها تساوى صفراً ، وتعمل على إطفاء المصباح ، ويقال على هذه الحالة الحالة المنخفض (L) أو الحالة المنطقية 0 .



الشكل (١ - ٢)

والشكل (١ - ٣) يبين الفرق بين إشارة الجهد الرقمية ، وإشارة الجهد التناظرية ، وفى الشكل (١) إشارة جهد رقمية لها قيمتان وهما : إما 5V + ويقال عليها عال (High) أو (1) والقيمة الثانية القريبة من الصفر ويقال عليها منخفض (Low) أو (0) .

أما الشكل (ب) فيعرض إشارة جهد تناظرية ولها قيمة مختلفة من لحظة لآخرى ، وهى تتغير ما بين (0: +5V) .



الشكل (١ - ٣)

١ / ٢ - الدوائر المتكاملة الرقمية :

تنقسم الدوائر المتكاملة الرقمية إلى مجموعة من العائلات تبعاً لنوع العناصر المستخدمة في بنائها ، وفيما يلي بعض هذه العائلات :

- أ- عائلة RTL .
- ب- عائلة DTL .
- ج- عائلة TTL .
- د- عائلة ECL .
- هـ- عائلة CMOS .

وأكثر هذه العائلات استخداماً في الوقت الراهن عائلة TTL ثم عائلة CMOS .

١ / ٢ / ١ - الدوائر المتكاملة الرقمية عائلة TTL :

ويستخدم في بنائها ترانزستورات ثنائية القطبية BJT ، ولكنها تحتوي على أكثر من باعث ، وتنقسم هذه العائلة إلى عدة سلاسل ، أكثرها انتشاراً السلسلة 54 ، وتستخدم في الاستخدامات العسكرية ، والسلسلة 74 وتستخدم في الاستخدامات العامة ويندرج تحت هاتين السلسلتين سلاسل أخرى فرعية مثل :

١ - السلسلة القياسية .. SN 74 / .. SN 54

٢ - سلسلة استهلاك القدرة المنخفضة SN 54 L .. / SN 74 L ..

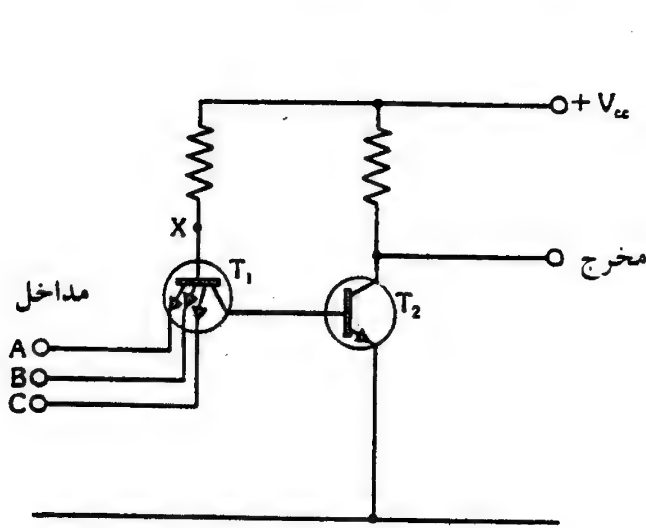
٣ - سلسلة السرعة العالية SN 54 H .. / SN 74 H ..

٤ - سلسلة شوتكي SN 54 S .. / SN 74 S ..

٥ - سلسلة استهلاك القدرة المنخفضة ، والتي تحتوى على وصلة شوتكي عند المداخل

SN 54 LS .. / SN 74 LS ..

والشكل (١ - ٤) يعرض الدائرة الداخلية لبوابة NAND بثلاثة مداخل تندرج تحت



الشكل (١ - ٤)

عائلة TTL ، فعندما

تكون المداخل A,B,C

عند الحالة 0 أى لها

جهود تقترب من 0 V ،

حينئذ فإن الترانزستور

T₁ سيصبح منحازاً

أمامياً ، ويصبح هذا

الترانزستور فى حالة

تشبع ، وبالتالي فإن جهد

المجمع سيصبح مساوياً

لجهد المداخل A,B,C

أى: قريب من الصفر ، وحيث إن مجمع T₁ متصل بقاعدة T₂ لذا يصبح T₂ فى حالة قطع OFF ، وينتقل الجهد + Vcc الذى يساوى + 5 V إلى المخرج output ، وتصبح حالة المخرج عالية أى (1) وجهد يقترب من + 5 v ، وعندما تكون المداخل A, B, C عند الحالة المنطقية 1 أى عند جهد يقترب من + 5 v حينئذ يصبح T₁ فى حالة قطع ، وبالتالي يصبح جهد مجمعة مرتفعاً فيتحول الترانزستور T₁ إلى حالة التشبع ، ويصبح جهد المخرج output يقترب من 0v . .

وهناك بعض التعبيرات الشائعة للجهود والتيارات للدوائر المتكاملة الرقمية أهمها :

- ١ - تيار الدخل العالى (I_{IH}) ، وهو تيار الدخل عندما تكون حالة إشارة الدخل عالية (1) .
 - ٢ - تيار الخرج العالى (I_{OH}) ، وهو تيار الخرج عندما تكون حالة إشارة الخرج عالية (1).
 - ٣ - تيار الدخل المنخفض (I_{IL}) ، وهو تيار الدخل عندما تكون حالة إشارة الدخل منخفضة (0).
 - ٤ - تيار الخرج المنخفض (I_{OL}) ، وهو تيار الخرج عندما تكون حالة إشارة الخرج منخفضة (0).
 - ٥ - جهد المصدر (V_{CC}) ، وهو جهد منبع التيار المستمر ، والتي تعمل عنده الدائرة المتكاملة.
 - ٦ - جهد إشارة الدخل العالية (V_{IH}) ، وهو قيمة جهد إشارة الدخل الذى تتعامل معه الدائرة المتكاملة على أنه إشارة منطقية عالية .
 - ٧ - جهد إشارة الخرج العالية (V_{OH}) ، وهو قيمة جهد إشارة الخرج للدائرة المتكاملة عند الحالة المنطقية العالية (1).
 - ٨ - جهد إشارة الدخل المنخفضة (V_{IL}) ، وهو قيمة جهد إشارة الدخل التى تتعامل معه الدائرة المتكاملة كحالة منطقية منخفضة (0) .
 - ٩ - جهد إشارة الخرج المنخفضة (V_{OL}) ، وهو أعلى قيمة لجهد الخرج عند الحالة المنخفضة (0).
 - ١٠ - تأخير الانتشار (t_p) propagation delay time ، وهو الزمن المار من لحظة حدوث تغير فى المداخل للحظة حدوث تغير فى حالة المخارج ووحدته نانوثانية .
 - ١١ - القدرة المستهلكة فى البوابة p_d ، وتحسب بالمللى وات (mw) .
- والجدول (١ - ١) يبين مقارنة بين السلاسل المختلفة لعائلة TTL

الجدول (١ - ١)

وجه المقارنة	74..	74 H ..	74 L ..	74 L S ..	74 S ..
V _{cc} min (v)	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
V _{cc} max (v)	5.5	5.0	5.5	5.5	5.5
V _{IL} (v)	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8
V _{IH} (v)	2	2	2	2	2
V _{OL} (v)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5
V _{OH} (v)	2.4	2.4	2.4	2.7	2.7
I _{IL} (mA)	- 1.6	- 2	- 0.18	- 0.36	- 2
I _{IH} (mA)	40	50	10	20	50
I _{OL} (mA)	16	20	3.6	8	20
I _{OH} (mA)	- 0.4	- 0.5	- 0.2	- 0.4	- 1
t _p (nS)	10	6	33	10	3
P _d (mw)	10	22	1	2	19

علماً بأن الإشارة السالبة للتيار تعنى دخول التيار إلى الدائرة المتكاملة والإشارة الموجبة تعنى خروج التيار من الدائرة المتكاملة .

٢/٢/١ - المخارج المختلفة للبوابات المنطقية عائلة TTL :

توجد ثلاث صور مختلفة لخارج البوابات المنطقية للدوائر المتكاملة TTL ، بغض النظر عن نوع السلسلة الفرعية وهي كما يلي :

١ - خرج مجمع مفتوح open - collector output .

٢ - خرج ذو القطب الرمزي Totem - pole output .

٣ - خرج بثلاث حالات Three - state output .

أولاً : خرج المجمع المفتوح :

الشكل (١ - ٥) يبين شكل خرج المجمع المفتوح ، ويتميز هذا النوع من المخارج بالسما

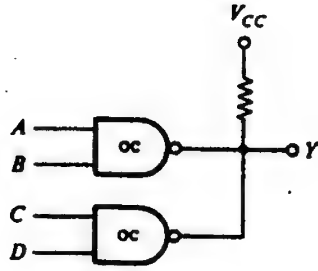
التالية :



الشكل (١ - ٥)

١ - إذا لم يوصل هذا المخرج بجهد المصدر V_{CC} من خلال مقاومة R_L فإن قيمة المخرج ستساوى 0V بغض النظر عن حالة مداخل الدائرة المتكاملة .

٢ - يمكن توصيل هذا المخرج بجهد آخر غير جهد المصدر المستخدم في تغذية الدائرة المتكاملة على سبيل المثال يمكن توصيل هذا المخرج بجهد يساوى 12V + وبذلك يمكن تغيير مستوى الجهد المنطقي للدائرة المتكاملة من 5V لى جهد آخر تبعاً لقيمة الجهد المتصل بالمجمع المفتوح .



الشكل (١ - ٦)

٣ - يمكن توصيل مجموعة من المخرج المفتوحة على التوازي معاً فمثلاً يمكن توصيل مخرج بوابتين NAND بالتوازي معاً مع استخدام مقاومة 5kΩ لتوصل مع جهد المصدر V_{CC} كما هو مبين بالشكل (١ - ٦) ويكون خرج البوابتين مكافئاً لمخرج بوابة OR بمدخلين هما خرج بوابتي NAND ذات المجمع المفتوح .

وتختلف قيمة مقاومة الجذب Pull up Resistance والتي توصل مع المجمع المفتوح مع جهد المصدر V_{CC} باختلاف عدد المخرج ذات المجمع المفتوح الموصلة على التوازي n ، وكذلك عدد المداخل التي توصل بالمجمع المفتوح على التوازي N .

والجدول (١ - ٢) يبين مقاومة الجذب العظمى والصغرى لأعداد مختلفة من المخرج ذات المجمع المفتوح المتوازية n ، وأعداد مختلفة من مداخل البوابات الأخرى الموصلة بالتوازي مع مخرج البوابة ذات المجمع المفتوح N .

الجدول (١ - ٢)

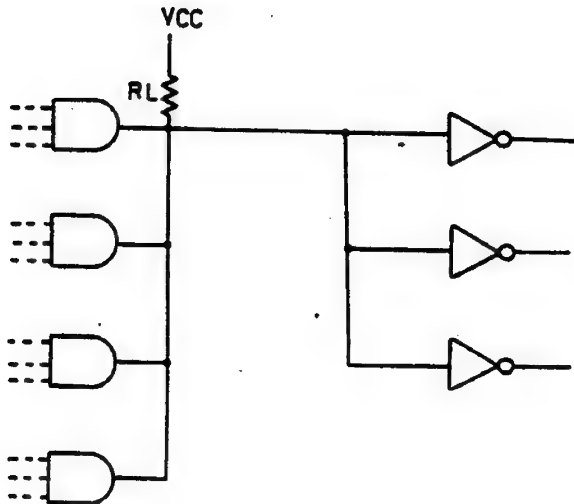
Rmax (Ω) at n =								Rmin (Ω) at n = 1...7
N	1	2	3	4	5	6	7	
1	8965	4814	3291	2500	2015	1688	1452	319
2	7878	4482	3132	2407	1954	1645	1420	359
3	7027	4193	2988	2321	1897	1604	1390	410
4	6341	3939	2857	2241	1843	1566	1361	479
5	5777	3714	2736	2166	1793	1529	1333	575
6	5306	3513	2626	2096	1744	1494	1306	718
7	4905	3333	2524	2031	1699	1460	1280	958
8	4561	3170	2419	1969	1656			1437
9	4262	3023						2875
10	4000	غير مسموح به						4000

مثال :

الشكل (١ - ٧) يبين طريقة توصيل مجموعة من المخارج ذات المجمعات المفتوحة معاً

بالتوازي .

حيث إن :



عدد مخارج المجمعات

المفتوحة الموصلة على التوازي

تساوي : $n = 4$ وعدد المداخل

الموصلة على التوازي تساوي :

$N = 3$ ومن الجدول (١ - ٢)

فإن

$$R_{L \max} = 2321 \Omega$$

$$R_{L \min} = 410 \Omega$$

أي أن :

$$410 \Omega \leq R_L \leq 2321 \Omega$$

الشكل (١ - ٧)

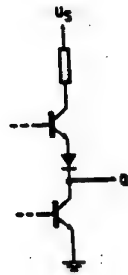
ويمكن اختيارها في هذه الحالة $2\text{ k}\Omega$:

وأهم البوابات التي لها مجمع مفتوح oc هي :

- ١ - دوائر متكاملة تحتوي على أربع بوابات NAND بمدخلين طراز 7401 , 7403
- ٢ - دائرة متكاملة تحتوي على ثلاث بوابات NAND بثلاثة مداخل طراز 7412 .
- ٣ - دائرة متكاملة تحتوي على بوابتي NAND بأربعة مداخل طراز 7422 .
- ٤ - دائرة متكاملة بأربع بوابات NOR بمدخلين طراز 7433 .
- ٥ - دائرة متكاملة بستة عواكس طراز 7405 .
- ٦ - دائرة متكاملة تحتوي على أربع بوابات AND بمدخلين 7409 .

ثانياً : المخرج ذو القطب الرمزي Totem Pole output :

الشكل (١ - ٨) يبين شكل خرج المجمع ذي القطب الرمزي علماً بأن هذا النوع من المخرج هو الأكثر انتشاراً ، وفيما يلي الخواص الفنية لهذا المخرج :



الشكل (١ - ٨)

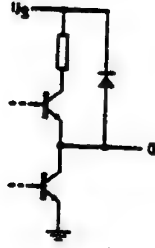
- ١ - سرعة أداء عالية عن المخرج ذي المجمع المفتوح .
- ٢ - لهذا المخرج حالتان فقط (عالية - منخفضة) .
- ٣ - لا يحتاج لتوصيل خارجي لجهد المصدر ، كما هو الحال في المخرج ذي المجمع المفتوح .
- ٤ - لا يمكن تغيير مستوى الجهد المنطقي لهذا المخرج عن (0 , 5v) .

٥ - لا يمكن توصيل عدة مخارج لعدة بوابات مباشرة كما هو الحال في المخرج ذي المجمع المفتوح .

ثالثاً : المخرج ذو الحالات الثلاثة Tristate output :

الشكل (١ - ٩) يوضح شكل خرج ذي الحالات الثلاث وفيما يلي مواصفات هذا المخرج :

- ١ - لا يحتاج لتوصيل خارجي لجهد المصدر كما هو الحال في المخرج ذي المجمع المفتوح .
- ٢ - لهذا المخرج ثلاث حالات ، هي عال (+5v) ، ومنخفض (0v) ومقاومة عالية جداً (Z) .



٣ - يمكن توصيل أكثر من مخرج بالتوازي ، كما هو الحال في المخرج ذي المجموع المفتوح، بشرط أن تكون كل المخارج في الحالة الثالثة (لها مقاومة كبيرة جداً) عدا مخرج واحد تكون حالته منخفضة أو عالية .

٣/٢/١ - الدوائر المتكاملة الرقمية عائلة CMOS :

تستخدم ترانزستورات MOSFET بقناة N وبقناة P في بناء الدوائر المتكاملة CMOS ، وتتميز هذه الدوائر بمدى كبير لجهد الدخل ، وباستهلاكها الصغير جداً للطاقة ، والمدى الحرارى الكبير . وتوجد عدة سلاسل أساسية تندرج تحت عائلة CMOS مثل :

سلسلة .. CD 400 ، سلسلة .. CD 45 ، سلسلة .. 54 C ، سلسلة .. 74 C .

والجدير بالذكر أن سلسلة .. 74C تتشابه مع سلسلة .. 74 لعائلة TTL فى ترتيب الأرجل وفى وظائف جميع الدوائر المتكاملة لهذه السلسلة .

والجدول (٣ - ١) يعقد مقارنة بين الخواص الفنية للسلاسل الأساسية لعائلة CMOS .

الجدول (٣ - ١)

وجه المقارنة	54 c.. / 74 c..	CD 40.. / CD 45 ..
V_{DD} (v)	5 / 10	5 / 10
$V_{OL \max}$ (v)	0.5 / 1.0	0.05 / 0.05
$V_{OH \min}$ (v)	4.5 / 9.0	4.95 / 9.95
I_{OL} (mA)	0.36 / 0.01	0.3 / 0.9
I_{OH} (mA)	- 0.01 / - 0.01	- 0.36 / -0.9
P_{diss} (μw)	10 / 30	10 / 30

حيث إن :

V_{DD} .

جهد المصدر

P_{diss}	القدرة المستهلكة
$V_{OL\ max}$	جهد الخرج المنخفض الأقصى
$V_{OH\ min}$	جهد الخرج المرتفع الأدنى
I_{OL}	تيار الخرج المنخفض
I_{OH}	تيار الخرج المرتفع

ويلاحظ وجود قيمتين لكل حالة باعتبار أن جهد المصدر V_{DD} يساوى 5v + مرة
 ويساوى 10V + مرة ، فمثلاً : جهد الخرج المنخفض الأقصى $V_{OL\ max}$ يساوى 0.5v
 عندما يكون جهد المصدر 5v ويساوى 1.0v عندما يكون جهد المصدر 10v وذلك
 لسلسلة 74 c.. / 54 c.. فى حين يساوى 0.05v عندما يكون جهد المصدر 5v أو 10v
 وذلك لسلسلة CD40 .. وايضاً سلسلة CD 45 ..

ويعاب على دوائر CMOS المتكاملة بصفة عامة ما يلى :

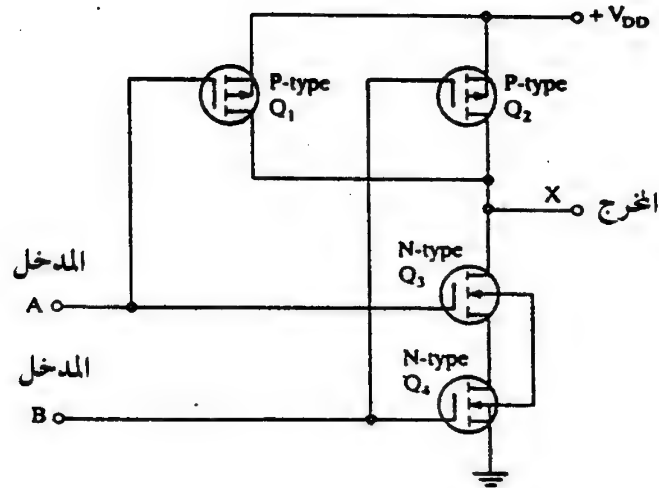
- ١ - السرعة المنخفضة .
- ٢ - ضعف تيار المخرج .
- ٣ - ارتفاع سعرها .
- ٤ - تحتاج لمعاملة خاصة أثناء تداولها واستخدامها ، وفيما يلى أهم الإرشادات التى تؤخذ
 فى الاعتبار عند التعامل مع دوائر CMOS المتكاملة .
- يجب تناول دوائر CMOS بحرص لمنع تراكم الشحنات الاستاتيكية عليها ، لذلك
 يجب إبقاء الدائرة المتكاملة فى غلافها العازل التى تباع به إلى أن يتم وضعها فى الدائرة .
- يجب توصيل كل المداخل غير المستعملة بأحد طرفى المصدر الموجب ، أو السالب تبعاً
 للدائرة .
- التأكد من أن الدائرة موصلة بالطريقة الصحيحة خصوصاً التأكد من توصيل الجهد
 الموجب للمصدر مع V_{DD} والجهد السالب للمصدر مع V_{SS} ، وذلك لمنع انهيار الدائرة
 المتكاملة ونتيجة لهذه العيوب فإن دوائر CMOS لا يمكن استخدامها فى جميع
 التطبيقات .

والشكل (١ - ١٠) يبين التركيب الداخلى لبوابة NAND تندرج تحت عائلة CMOS
ويلاحظ أن Q_1 , Q_2 موصلان بالتوازي فى حين أن Q_3 , Q_4 موصلان بالتوالى .
والجدول (١ - ٤) يبين نظرية عمل هذه الدائرة .

حيث إن :

قطع OFF .

وصل ON .

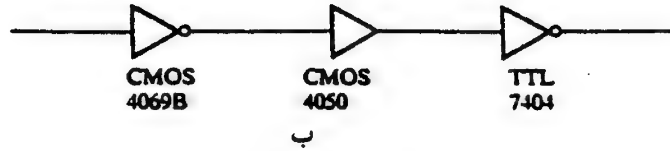
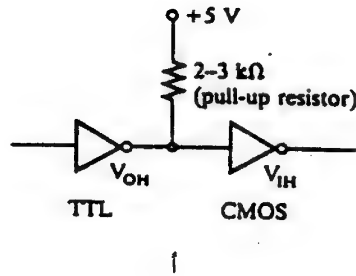


الشكل (١ - ١٠)

الجدول (١ - ٤)

المدخل A	المدخل B	المخرج Output	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4
0	0	1	ON	ON	OFF	OFF
0	1	1	ON	OFF	OFF	ON
1	0	1	OFF	ON	ON	OFF
1	1	0	OFF	OFF	ON	ON

والجدير بالذكر أنه يمكن عمل توافق بين عائلة TTL وعائلة CMOS ، فيمكن نقل إشارة من بوابة TTL إلى بوابة CMOS ، باستخدام خرج مفتوح OC كما بالشكل (١ - ١١) ، ويمكن نقل إشارة من بوابة CMOS إلى بوابة TTL باستخدام بوابة عزل buffer gate طراز CD 4050 حيث إن الحالة المنطقية لدخلها يكافئ الحالة المنطقية لخرجها ، وذلك كما بالشكل (١ - ١١ ب) .



الشكل (١ - ١)

٣/١ - البوابات المنطقية Logic gates :


البوابات المنطقية هي : دوائر لها مجموعة مداخل (مدخل - مدخلان - ثلاثة مداخل - ... إلخ) ، ومخرج واحد ، بحيث إن حالة مخرجها في أى لحظة يعتمد على حالة مداخلها في هذه اللحظة .

ولفهم عمل البوابات المنطقية يستعان بجدول الحقيقة ، والذي يحتوى على جميع حالات المداخل المحتملة ، وحالة المخرج المقابل لكل احتمال ، علماً بأن الحالة المنخفضة للإشارات تعنى أن جهد الإشارة 0.2 v ، وأن الحالة المرتفعة للإشارات تعنى أن جهد الإشارة 3.0v ، هذا بالنسبة لعائلة TTL ، ويعتبر هذا على وجه التقريب .

وسنتناول في الفقرات القادمة البوابات المنطقية الأساسية والمشتقة :

١/٣/١ - بوابة AND :

الشكل (١ - ١٢) يبين رمز بوابة AND بمدخلين A , B لها مخرج واحد X ، وجدول



الرمز المنطقي

A	B	X
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

جدول الحقيقة

الحقيقة Truth table لهذه

البوابة ، والمخطط الزمني

لهذه البوابة . ويتضح من

جدول الحقيقة أن خرج

البوابة يكون عالياً أى حالته

المنطقية (1) عندما تكون

حالة مدخلى البوابة (1)

ويمكن التعبير عن عملية

AND لمدخلين بالمعادلة

التالية .

$$A.B = X \rightarrow 1.1$$

وتنطق A (AND) B

يساوى X .

٢/٣/١ - بوابة OR :

الشكل (١ - ١٣)

يبين الرمز المنطقي لبوابة OR

بمدخلين A,B ولها مخرج واحد X وجدول الحقيقة والمخطط الزمني لهذه البوابة ويلاحظ من

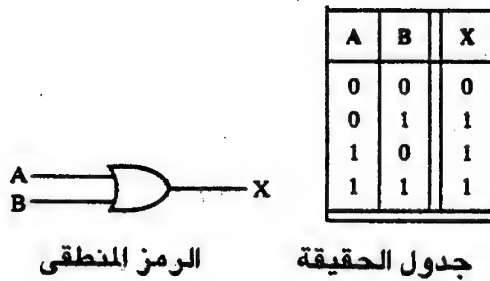
جدول الحقيقة أن خرج البوابة يكون عالياً أى حالته المنطقية (1) عندما تكون حالة أحد

مدخلى البوابة (1) .

ويكون خرج البوابة منخفضاً (0) عندما تكون حالة جميع مداخل البوابة (0).

ويمكن التعبير عن عملية OR لمدخلين بالمعادلة التالية :

$$A + B = X \rightarrow 1.2$$



وتنطق A (OR) b يساوى X

٣/٣/١ - العاكس Inverter

والعازل Buffer :

الشكل (١ - ١٤) يبين الرمز

المنطقي وجدول الحقيقة والمخطط الزمني

للعاكس والذي يسمى أحياناً بوابة

NOT ويلاحظ من جدول الحقيقة أن

خرج البوابة هو معكوس دخلها ، فإذا

كان حالة مدخل العاكس (0) فإن حالة

مخرج العاكس يساوى (1) وإذا كان

حالة مدخل العاكس (1) فإن حالة

مخرج العاكس يساوى (0)، ويمكن

التعبير عن عملية NOT بالمعادلة

التالية، وتنطق X تساوى معكوس A .

$$X = \bar{A} \rightarrow 1.3$$

أما العازل والذي يسمى أحياناً بوابة

YES فنتشابه حالة مدخله ومخرجه ،

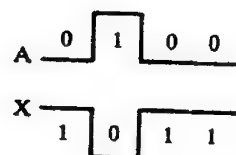
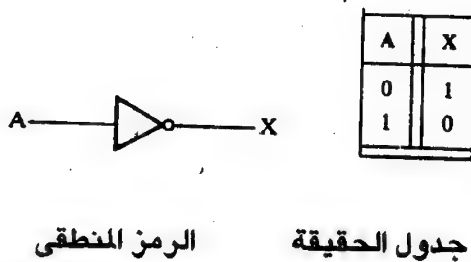
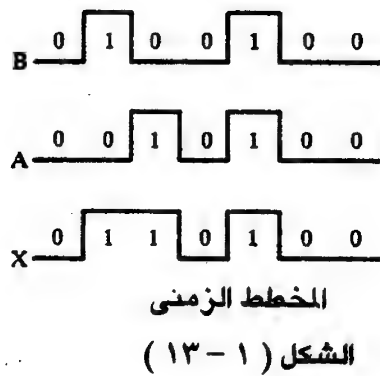
وهو يستخدم لرفع مستوى التيار المتاح

لتشغيل (ترانزستور - ترياك -

ثايرستور) ويمكن بناء عازل من

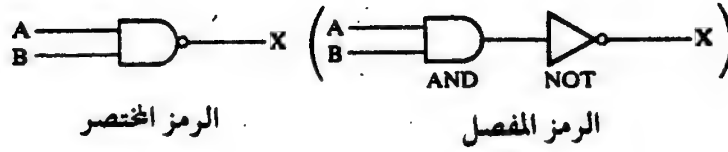
عاكسين بتوصيلهما على التوالي وفيما

يلي رمز العازل :



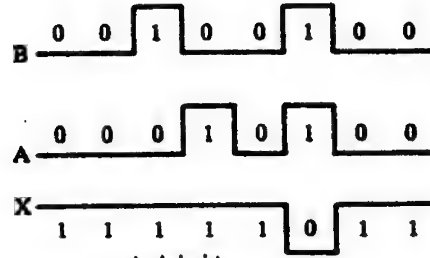
١/٣/٤ - بوابة NAND :

تبنى بوابة NAND من بوابتين - وهما : بوابة AND ، وبوابة NOT متصلتين تتابعياً .
والشكل (١ - ١٥) يبين رمز بوابة NAND بمدخلين (مختصر ، ومفصل) وكذلك جدول الحقيقة والمخطط الزمني لهذه البوابة . ويلاحظ من جدول الحقيقة أن خرج البوابة يكون منخفضاً (0) فقط إذا كانت حالة مدخلها عالية (1) .



A	B	X
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

جدول الحقيقة



المخطط الزمني

الشكل (١ - ١٥)

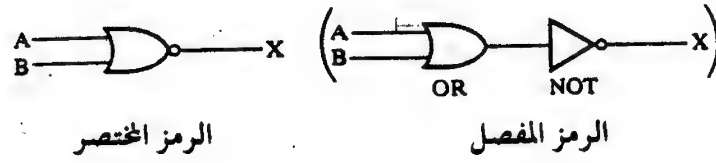
ويمكن التعبير عن عملية NAND بالمعادلة التالية :

$$X = \overline{A \cdot B} \rightarrow 1.4$$

وتنطق X تساوى معكوس A (AND) B.

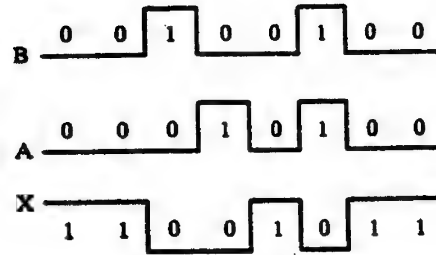
٥/٣/١ - بوابة NOR :

وتبنى بوابة NOR من بوابتين وهما بوابة OR وبوابة NOT متصلتان تتابعياً .



A	B	X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

جدول الحقيقة



المخطط الزمني

الشكل (١ - ١٦)

والشكل (١ - ١٦) يبين رمز بوابة NOR بمدخلين (مختصر ومفصل) ، وكذلك جدول الحقيقة والمخطط الزمني لهذه البوابة .

ويلاحظ من جدول الحقيقة أن خرج هذه البوابة يكون عالياً (1) عندما تكون حالة مدخلي البوابة منخفضاً (0) . ويمكن التعبير عن عملية NOR بالمعادلة التالية :

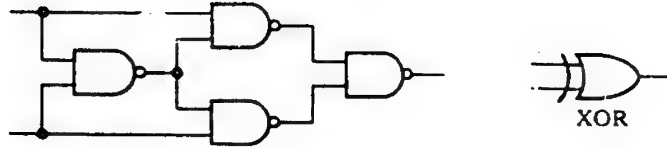
$$X = A + B \rightarrow 1.5$$

وتنطق X تساوي معكوس A (OR) B

٦/٣/١ - بوابة XOR :

يمكن بناء بوابة XOR ذات المدخلين من 4 بوابات NAND.

والشكل (١ - ١٧) يبين الرمز المختصر لبوابة XOR والدائرة المكافئة باستخدام 4 بوابات NAND .



الشكل (١ - ١٧)

والشكل (١ - ١٨) يبين رمز بوابة

XOR بمدخلين A , B وبمخرج واحد

X، وكذلك جدول الحقيقة، والمخطط الزمني لهذه البوابة .



الرمز المنطقي

A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

جدول الحقيقة

ويلاحظ من جدول الحقيقة أن خرج

هذه البوابة يكون عالياً (1) عندما تكون

حالة أحد مدخلها عالياً (1) .

ويمكن التعبير عن عملية XOR

بإحدى المعادلتين التاليتين :

$$X = A \oplus B \rightarrow 1.6$$

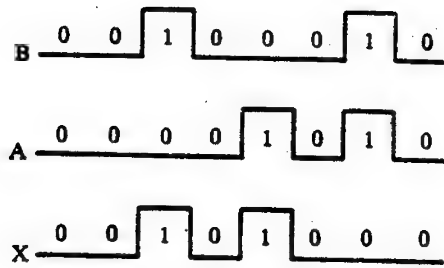
$$X = A \cdot B + \bar{A} \cdot \bar{B} \rightarrow 1.7$$

: XNOR - ٧ / ٣ / ١

يمكن بناء بوابة XNOR من أربع بوابات NAND وبوابة AND.

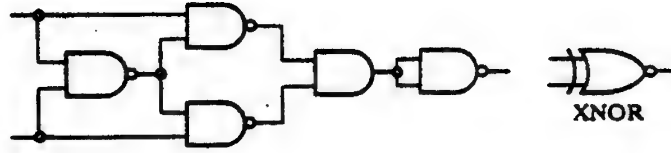
والشكل (١ - ١٩) يبين الرمز المختصر لبوابة XNOR والدائرة المكافئة باستخدام 4

بوابات NAND وبوابة AND .



المخطط الزمني

الشكل (١ - ١٨)



الشكل (١ - ١٩)

والشكل (١ - ٢٠) يبين رمز بوابة

XNOR بمدخلين A, B ، وبمخرج

واحد X وكذلك جدول الحقيقة والمخطط الزمني لهذه البوابة .

ويلاحظ من جدول الحقيقة أن

خرج هذه البوابة يكون منخفضاً (0)

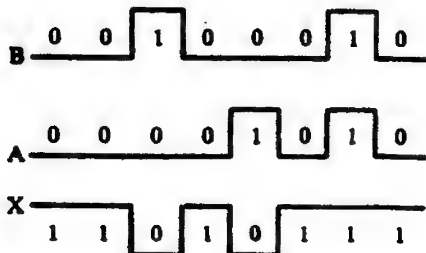
عندما تكون حالة أحد مداخلها مرتفعه (1) .



الزمن

A	B	X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

جدول الحقيقة



المخطط الزمني

الشكل (١ - ٢٠)

ويمكن التعبير عن عملية XNOR

بإحدى المعادلتين التاليتين :

$$X = A + B \rightarrow 1.8$$

$$X = A \cdot B + \bar{A} \cdot \bar{B} \rightarrow 1.9$$

٨ / ٣ / ١ - بوابات شمييت للإشعال

: Schmitt - trigger gates

أولاً : بوابة Schmitt NAND :

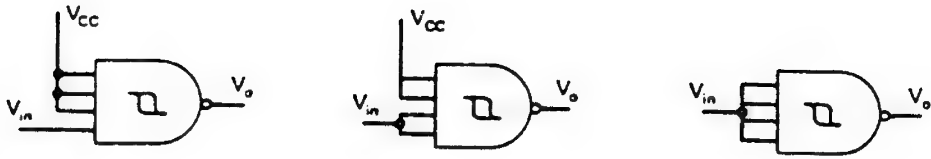
تتميز هذه البوابة بأنها تتعرف على V_{in} (جهد الدخل) كدخل عالٍ إذا كانت قيمته

1.7V أو أعلى ، وتتعرف على V_{in} (جهد الدخل) كدخل منخفض إذا كانت قيمته 0.9V أو

أقل . في حين أن V_O (جهد الخرج) تكون قيمته 3.4V عندما تكون حالة الخرج عالية ،

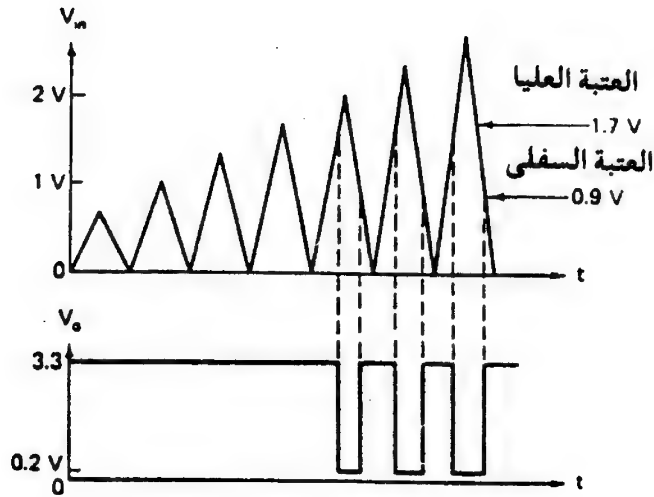
وتكون قيمته 0.9V عندما تكون حالة الخرج منخفضة .

والشكل (٢١ - ١) يعرض ثلاث بوابات Schmitt NAND لهم أربعة مداخل بحيث يتم توصيل المداخل معاً بطرق مختلفة .



الشكل (٢١ - ١)

والشكل (٢٢ - ١) يعرض شكل الموجة الداخلة V_{in} والموجة الخارجة V_o لبوابة Schmitt NAND المبينة بالشكل (٢١ - ١) .



الشكل (٢٢ - ١)

ويلاحظ أن جهد خرج البوابة V_o يساوي 3.3V عندما يكون جهد الدخل V_{in} أصغر من 1.7V وعندما يكون جهد الدخل V_{in} أكبر أو يساوي 1.7V فإن خرج البوابة يساوي 0.2V، وتستمر حالة الخرج منخفضة إلى أن يصبح جهد الدخل V_{in} مساوياً 0.9V، حينئذ يعود خرج البوابة مساوياً 3.3V وهكذا .

ويقال عادة إن بوابة Schmitt NAND لها خواص رجوعية C/C. Hysteresis .

والجددير بالذكر أنه يمكن الحصول على نفس الاداء باستخدام بوابة Schmitt NAND بمدخلين بحيث يوصل أحد المدخلين بالجهد V_{CC} ، والمدخل الثاني بجهد الدخل V_{in} ، أو يوصل المدخلان معاً بجهد الدخل V_{in} ؛ لتعمل كبوابة NOT .

ثانياً : بوابة Schmitt NOT :

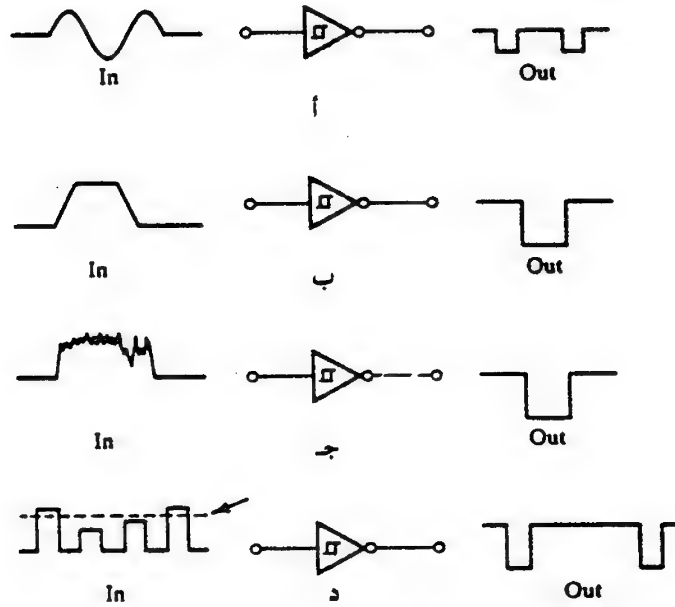
لا تختلف خواص هذه البوابة عن بوابة Schmitt NAND في تعرفها على جهد الدخل والشكل (١ - ٢٢) يمكن الرجوع إليه لمعرفة العلاقة بين دخل وخرج بوابة Schmitt NOT ، وتستخدم بوابات Schmitt NOT في التطبيقات المبينة بالشكل (١ - ٢٣) وهي كما يلي :

أ - تشكيل الموجات (الشكل أ) .

ب - تخزين نبضة (الشكل ب) .

ج - التخلص من الضوضاء (الشكل ج) .

د - اكتشاف جهد العتبة الأكبر من 1.7 (الشكل د) .

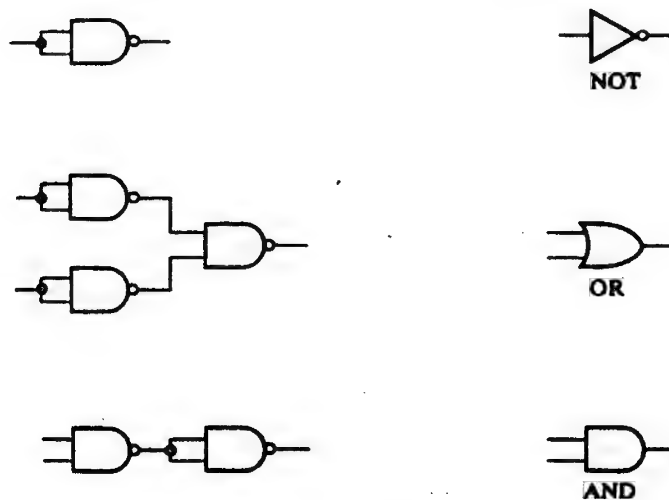


الشكل (١ - ٢٣)

٩ / ٣ / ١ - البوابات العامة The universal gates :

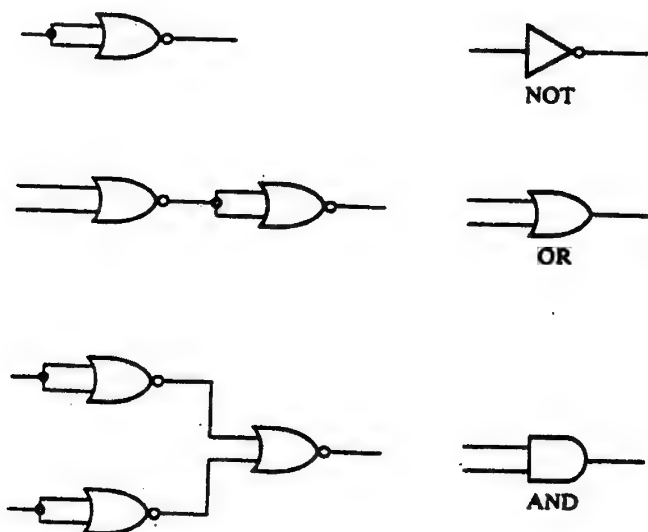
تسمى كل من بوابة NAND وبوابة NOR بالبوابات العامة ؛ لأنه يمكن استخدام هذه

البوابات فى بناء أى نوع من البوابات التى سبق ذكرها .
 والشكل (١ - ٢٤) يبين طريقة استخدام بوابة NAND فى بناء البوابات الأساسية
 الثلاثية NOT , AND , OR .



الشكل (١ - ٢٤)

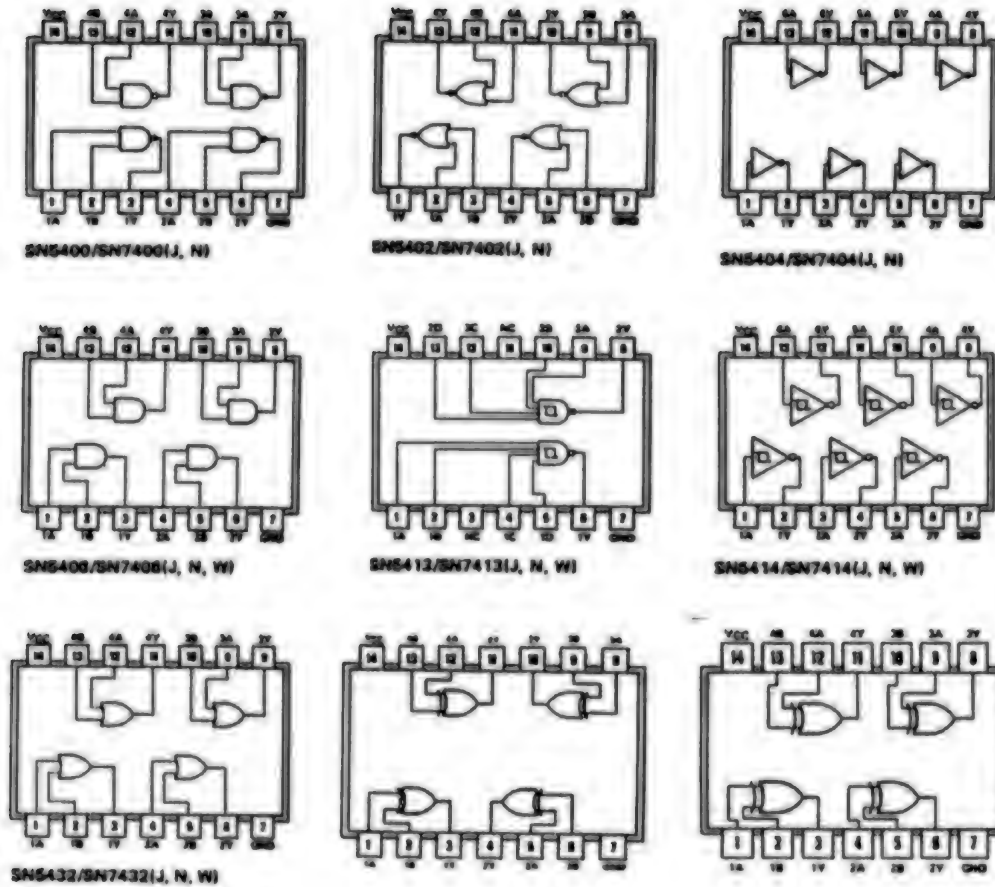
أما الشكل (١ - ٢٥) فيبين طريقة استخدام بوابة NOR فى بناء البوابات الأساسية
 الثلاثية NOT , AND , OR .



الشكل (١ - ٢٥)

١٠ / ٣ / ١ - الدوائر المتكاملة للبوابات :

الشكل (١ - ٢٦) يعرض المسقط الأفقى متضمناً الرموز المنطقية لبعض الدوائر المتكاملة للبوابات المنطقية ، والتي تنتمى لعائلة TTL .



الشكل (١ - ٢٦)

وتوصل الرجل Vcc بمصدر جهد +5v ، وتوصل الرجل GND بأرضى منبع التيار المستمر .
ولتحديد أرقام الأرجل المختلفة للدائرة المتكاملة تمسك الدائرة المتكاملة باليد ، بحيث يكون التجويف النصف دائرى الموجود فى أحد جانبيها جهة اليسار ، فتكون الرجل المواجهة لك جهة اليسار هى الرجل رقم 1 ويكون العد فى عكس اتجاه عقارب الساعة .

١ / ٤ - القلابات Flip Flop :

تسمى معظم القلابات بالعناصر ثنائية الاستقرار ، ولهذه العناصر حالتان : إما عالية 1 أو منخفضة 0 وتمثل هذه العناصر نوعاً بسيطاً من أنواع الذاكرة ، وذلك لأن حالة خرجها في أى لحظة يتحدد بحالة آخر إشارة دخل وصلت لها . وسنتناول في الفقرات القادمة أهم القلابات .

١ / ٤ / ١ - قلاب R - S

الشكل (١ - ٢٧) يبين رمز وجدول الحقيقة لقلاب نوع R - S .

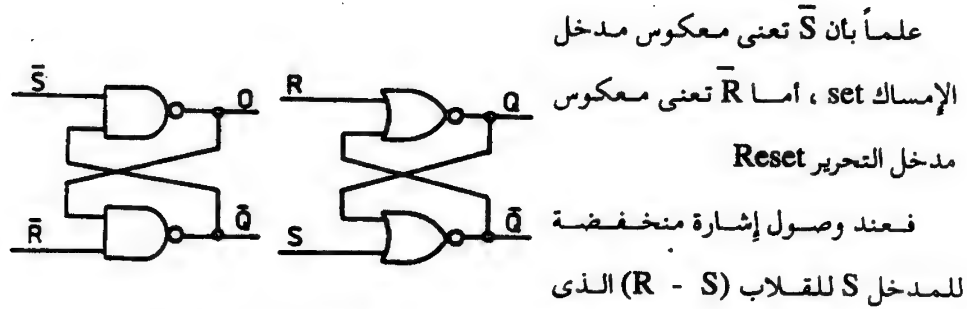
وللقلاب R - S مدخلان وهما : مدخل الإمساك S (set) ، ومدخل التحرير R (Reset) ومخرجان وهما المخرج Q ومعكوسه \bar{Q} .

الرمز	جدول الحقيقة				ويلاحظ من جدول الحقيقة
	S (set)	R (reset)	Q	\bar{Q}	أنه عندما تكون حالة المدخل S مساوية 1 فإن حالة المخرج Q تساوى 1 ، وحالة \bar{Q} تساوى 0 ويبقى الوضع هكذا حتى عند عودة حالة المدخل S للصفر إلى أن تصبح حالة المخرج R مساوية 1 ، حينئذ تنعكس حالة المخرج فتصبح حالة \bar{Q} مساوية 1 وحالة Q مساوية 0 وتظل حالة المخرج كما هي إلى أن تصبح حالة S مساوية 1 وهكذا ، وهناك حالة يجب أن تستبعد عندما تصبح حالة كل من R , S مساوية 1 ؛ لأن حالة المخرج Q ، والمخرج \bar{Q} ستصبح غير محددة .
	1	0	1	0	
	0	0	1	0	
	0	1	0	1	
	0	0	0	1	
	1	1			

الشكل (١ - ٢٧)

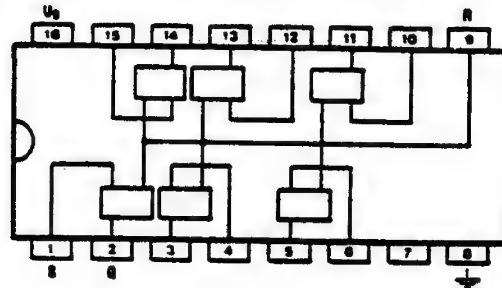
والجدير بالذكر أنه يمكن بناء قلاب R - S باستخدام بوابتي NOR أو بوابتي NAND كما هو مبين بالشكل (١ - ٢٨) فباستخدام بوابتي NAND يمكن بناء قلاب R - S يعمل عند الحالة المنخفضة للمداخل \bar{S} , \bar{R} .

وباستخدام بوابتي NOR يمكن بناء قلاب R - S يعمل عند الحالة العالية للمداخل R-S



الشكل (١ - ٢٨)

والشكل (١ - ٢٩) يعرض المسقط الأفقى للدائرة المتكاملة 7418 ، والتى تحتوى على ستة قلابات R - S ، ولهم مدخل واحد للتحرير R ومخرج واحد لكل قلاب Q .



الشكل (١ - ٢٩)

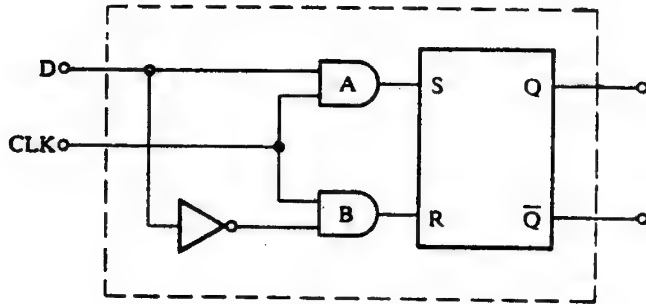
٢ / ٤ / ١ - القلاب D Flip Flop :

صمم هذا النوع من القلابات للتغلب على المشكلة التى ظهرت فى القلاب S - R ، والتى تتمثل فى أنه عندما تكون حالة كل من المدخلين R , S عالية أى (1) منطقى ، فإن المخرج يكون غير محدد .

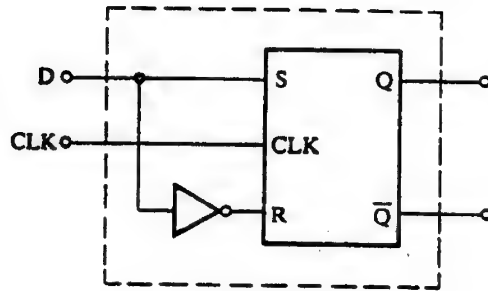
وتم التغلب على ذلك في القلاب D بالتأكد من أن S , R يتم كل منهما الآخر أى أن حالة أحدهما هو معكوس حالة المدخل الآخر .

والشكل (١ - ٣٠) يعرض رمز قلاب D المختصر ، ورمز قلاب D المفصل وجدول الحقيقة

للقلاب .



الرمز المفصل



الرمز المختصر

CLK	D	Q	\bar{Q}
L	X	P.S.	P.S.
H	H	H	L
H	L	L	H

جدول الحقيقة

الشكل (١ - ٣٠)

ويلاحظ أن القلاب D

يتكون من قلاب R-S

وبوابتي AND وبوابة

NOT ، ولهذا القلاب

مدخلان ، وهما : مدخل

البيانات (D) Data

ومدخل نبضات الساعة

CLOCK (CLK) ، وله

مخرجان ، وهما : المخرج

Q ، ومعكوسه \bar{Q} .

نظرية عمل القلاب D :

١ - عندما تكون حالة

مدخل النبضات CLK

منخفضة (L) وعند

أى حالة (X) للمدخل

D فإن حالة المخرجين

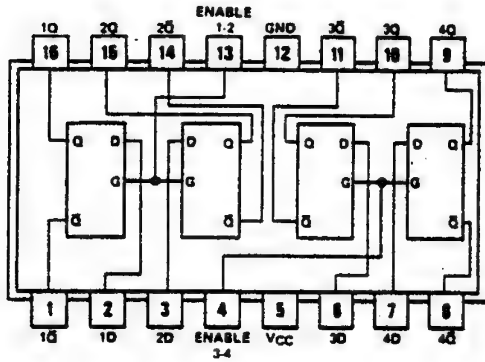
تكون الحالة السابقة

لهم (P.S.) .

٢ - عندما تكون حالة مدخل النبضات CLK عالية (H) وحالة المدخل D عالية H فإن حالة

المخرج Q تصبح عالية (H) ، وحالة المخرج المعكوس \bar{Q} تصبح منخفضة (L) .

٣ - عندما تكون حالة مدخل النبضات clk عالية (H) ، وحالة المدخل D منخفضة (L) ، فإن حالة المخرج Q تصبح منخفضة (1) ، وحالة المخرج المعكوس \bar{Q} تصبح مرتفعة (H) . والشكل (١ - ٣١) يعرض المسقط الأفقي للدائرة المتكاملة 7475 التى تحتوى على أربعة قلابات D ، وكذلك جدول الحقيقة لقلاب واحد ، علماً بأن لكل قلابين مدخلا واحداً لنبضات الساعة G ، ولكل قلاب مخرج ومعكوسه \bar{Q} ، Q ، والرجل 5 توصل بالجهود الموجب للمنبع +Vcc ، والرجل 12 توصل بأرضى المنبع .
والجدير بالذكر أن نظرية عمل قلابات هذه الدائرة المتكاملة لا تختلف عن نظرية عمل القلاب D السابقة شرحها .



المسقط الأفقى

FUNCTION TABLE (Each Latch)			
INPUTS		OUTPUTS	
D	G	Q	\bar{Q}
L	H	L	H
H	H	H	L
X	L	Q_0	\bar{Q}_0

جدول الحقيقة

الشكل (١ - ٣١)

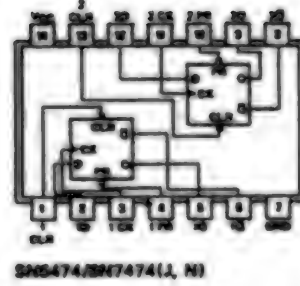
فعندما تكون حالة المدخل D منخفضة (L) ومدخل نبضات الساعة G عالياً (H) ؛ فإن حالة المخرج Q تصبح منخفضة (L) ، وعندما تكون حالة المدخل D عالية (H) ومدخل نبضات الساعة G عالياً (H) ؛ فإن حالة المخرج Q تصبح عالية (H) ، وعندما تكون حالة المدخل D منخفضة أو عالية (X) ، وحالة مدخل نبضات الساعة G منخفضة (L) فإن حالة المخرج Q هى الحالة السابقة له Q_0 ، وبالتبع فإن حالة المخرج \bar{Q} هى معكوس حالة المخرج Q .

ويوجد نموذج آخر للقلاب D مزود

بمدخلين إضافيين وهما : مدخل الإمساك preset ، ومدخل التحرير clear .

والشكل (١ - ٣٢) يبين المسقط الأفقى للدائرة المتكاملة 7474 التى تحتوى على قلابين D ، لكل قلاب أربعة مداخل ، وكذلك جدول الحقيقة .

FUNCTION TABLE					
INPUTS				OUTPUTS	
PRESET	CLEAR	CLOCK	D	Q	\bar{Q}
L	H	X	X	H	L
H	L	X	X	L	H
L	L	X	X	H*	H*
H	H	1	H	H	L
H	H	1	L	L	H
H	H	L	X	Q_0	\bar{Q}_0



الشكل (١ - ٣٢)

نظرية عمل الدائرة المتكاملة 7474 :

تسمى الثلاث حالات الاولى من جدول الحقيقة بحالات التشغيل غير المتزامن للقلاب D ،
والحالتان الرابعة والخامسة تسمى بحالات التشغيل المتزامن للقلاب D .

١ - التشغيل غير المتزامن للقلاب D ، ويحدث عندما تكون حالة أحد المدخلين preset, clear منخفضة (L) أو كلاهما حالته منخفضة (L) ، ويعمل القلاب في هذا القلاب كقلاب R - S حيث إن : preset تمثل معكوس مدخل الإمساك \bar{S} ، وأما clear تمثل معكوس مدخل التحرير \bar{R} ، فعندما تكون حالة preset منخفضة (L) تصبح حالة Q عالية (H) . وعندما تكون حالة المدخل clear منخفضة (L) تصبح حالة \bar{Q} عالية (H) ، وعندما تصبح حالة المدخلين clear , preset منخفضة (L) فإن حالة مخرج القلاب , Q \bar{Q} يكون غير محدد ، ويجب أن يستبعد .

٢ - التشغيل المتزامن للقلاب D ، ويحدث عندما تكون حالة المدخلين clear , preset عالية (H) ، وتصل نبضات المدخل النبضات CLOCK . فعند وصول نبضة مدخل النبضات وعند الحافة الموجبة (العالية) أي : الانتقال من منخفض إلى عالٍ تنتقل حالة مدخل البيانات D للمخرج Q .

٣ - ثبات حالة مخرج القلاب D عندما تكون حالة المداخل clear , preset عالية (H) وحالة مدخل النبضات CLOCK منخفضة (L) .

والجدير بالذكر أن القلاب D يستخدم عادة في تقليل تردد موجة مربعة للنصف ، فعندما تكون حالة كل من المدخلين preset , clear عالية (H) ودخلت موجة مربعة لمدخل النبضات CLOCK ، فإن خرج القلاب D على المخرج Q هو نصف تردد الموجة الداخلة .

٣ / ٤ / ١ - القلاب J - k Flip Flop :

الشكل (١ - ٣٣) يعرض رمز القلاب J - k ، وجدول الحقيقة له ، ويلاحظ أن لهذا القلاب ثلاثة مدخلات وهي CLK , k , J وله مخرجان وهما : \bar{Q} , Q .

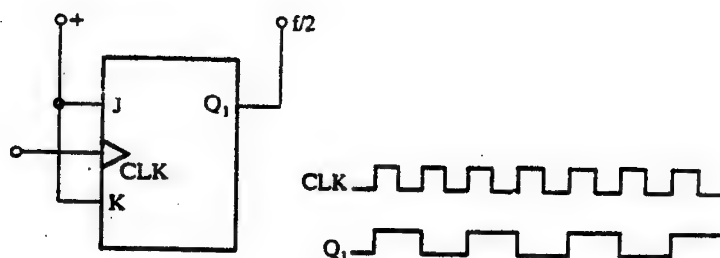
CLK	J	K	Q	\bar{Q}
0	X	X	N.C.	N.C.
1	X	X	N.C.	N.C.
↓	X	X	N.C.	N.C.
↑	0	0	N.C.	N.C.
↑	0	1	0	1
↑	1	0	1	0
↑	1	1	Toggle	

N.C. = no change
X = doesn't matter

الشكل (١ - ٣٣)

نظرية تشغيل القلاب J - k :

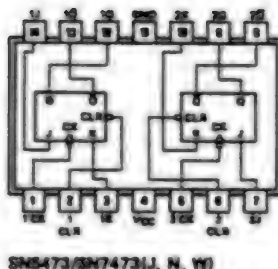
- ١ - لا تتغير حالة المخرج \bar{Q} , Q إلا عند الحافة الصاعدة للنبضات التي تصل إلى المدخل CLK ، وتكون حالة أحد المدخلين J, K عالية حيث تنتقل حالة المدخل J للمخرج Q وحالة المدخل K للمخرج \bar{Q} .
 - ٢ - عندما تكون حالة المدخل J والمدخل k عالية (1) يعمل القلاب على تنصيف تردد الموجة التي تدخل لمدخل النبضات CLK ، وتسمى هذه الحالة Toggle .
- والشكل (١ - ٣٤) يوضح حالة Toggle أى عمل القلاب كمنصف للتردد .



الشكل (١ - ٣٤)

والشكل (١ - ٣٥) يعرض المسقط الأفقى للدائرة المتكاملة 7473 ، والتي تحتوى على قلابين j - k ، وجدول الحقيقة لها .

FUNCTION TABLE						
INPUTS				OUTPUTS		
CLR	CLOCK	J	K	Q	\bar{Q}	
L	X	X	X	L	H	
H	\downarrow	L	L	Q_0	\bar{Q}_0	
H	\downarrow	H	L	H	L	
H	\downarrow	L	H	L	H	
H	\downarrow	H	H	TOGGLE	TOGGLE	

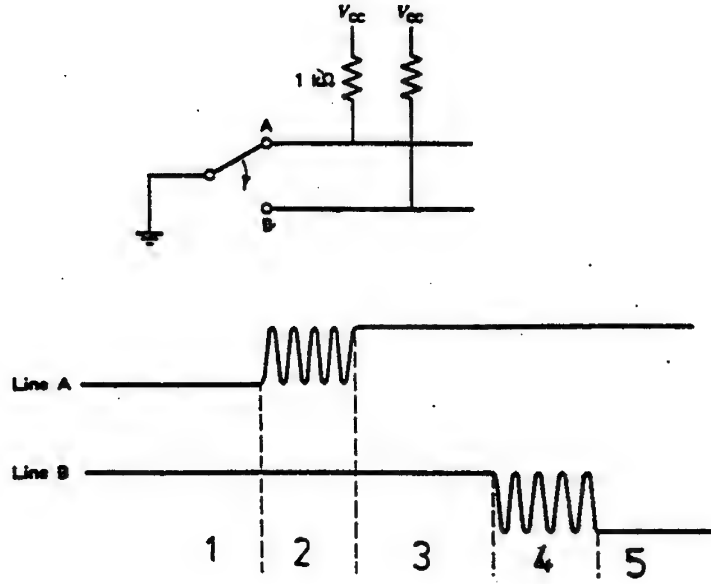


الشكل (١ - ٣٥)

ويزود كل قلاب بمدخل للتحرير (CLR) clear ، ويكون فعالاً عند الحالة المنخفضة ، ويلاحظ من جدول الحقيقة أنه عندما تكون حالة مدخل التحرير (L) فإن حالة Q تصبح منخفضة (L) وحالة \bar{Q} تصبح عالية (H) بغض النظر عن حالة باقى المداخل . ونظرية عمل القلاب j - k لهذه الدائرة المتكاملة لا يختلف عن نظرية عمل القلاب J - K السابق شرحها عدا أن مدخل التحرير (CLR) Clear يجب أن تكون حالته عالية باستمرار . علماً بأن الرمز Q_0 , \bar{Q}_0 تعنى الحالة السابقة للمخارج .

٤ / ٤ / ١ - إزالة ارتداد المفاتيح switch Debouncing :

عادة يصاحب غلق وفتح المفاتيح تكرار للفتح والغلق عدة مرات ، وتسمى هذه الظاهرة بالارتداد . والشكل (١ - ٣٦) يبين الارتداد الناتج عن تحويل مفتاح قطب واحد سكتين SPDT من النقطة A إلى النقطة B .



الشكل (١ - ٣٦)

ويلاحظ أنه يمكن تقسيم العلاقة بين الجهد والزمن للخط A والخط B لخمس مراحل وهم كما يلي :

- المرحلة 1 ثبات جهد A , b لاستقرار المفتاح على الوضع A .
- المرحلة 2 تذبذب الجهد في الخط A نتيجة لارتداد ريشة المفتاح عند ملاصقة النقطة A .
- المرحلة 3 ثبات كل من جهد A , B ؛ لأن ريشة المفتاح غير ملاصقة للنقطة A ولا النقطة B .
- المرحلة 4 تذبذب الجهد في الخط B نتيجة لارتداد ريشة المفتاح عند ملاصقة النقطة B .
- المرحلة 5 ثبات كل من جهد A , B لاستقرار المفتاح على الوضع B .

وتسبب عملية الارتداد مشاكل كبيرة فى دوائر العدادات والمسجلات .. إلخ لذلك يجب اتخاذ بعض الاحتياطات ؛ للتخلص من الارتداد الناتج عن غلق وفتح المفاتيح .
فالدائرة المبينة بالشكل (١ - ٣٧) مناسبة لإزالة الارتداد الناتج عن الضواغط ، والمفاتيح الدوارة والمنزقة .

والجدير بالذكر أن هذه الدائرة تحدث تأخيراً زمنياً فى الخرج من لحظة تغير وضع المفتاح مقدار 1ms بعدها تكون ريشة المفتاح قد استقرت فى الحالة الجديدة . فعند غلق المفتاح S فإن أول ارتداد يؤدي لتفريغ المكثف C₁ فيصبح خرج بوابة Schmitt NOT عالياً ، وبالتالي يصبح الزمن المار بين كل ارتداد والثاني غير كافٍ لشحن المكثف C ، وبالتالي يظل خرج البوابة عالياً ، علماً بأن سعة المكثف C تساوى 10µf وقيمة المقاومة R حوالى 4.7 K Ω .

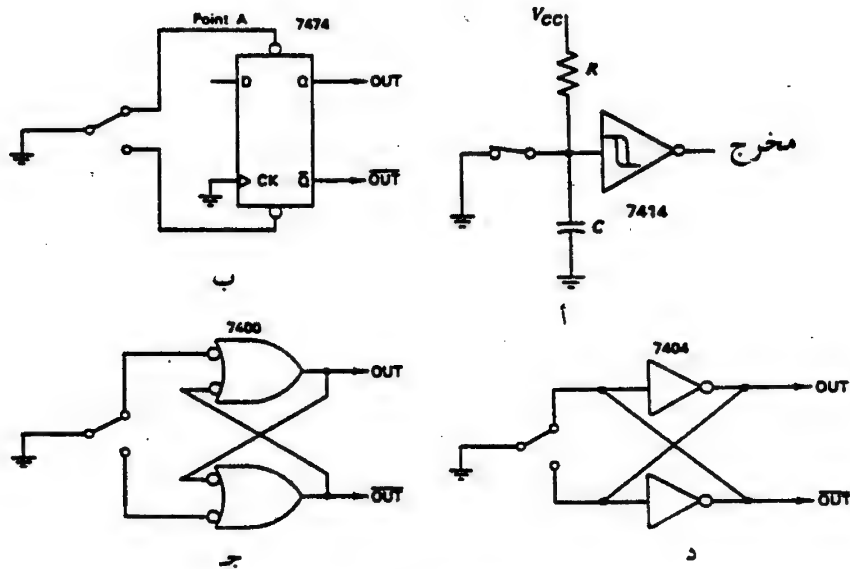
أما الدوائر المبينة بالشكل (١ - ٣٧) ب ، ج ، د مناسبة لإزالة الارتداد الناتج عن المفاتيح الأحادية القطب ذات السكتين SPDT .

ففى الشكل (ب) عندما يوضع المفتاح على الوضع العلوى فإن الحالة المنخفضة للنقطة A تجعل خرج القلاب عالياً ، ولا يؤثر الارتداد فى خرج القلاب FF ، وعند تغيير وضع المفتاح من الوضع العلوى للوضع السفلى فإن أول ارتداد يؤدي إلى تحرير القلاب ، وتصبح حالة خرج القلاب OUT منخفضة ، ويظل خرج القلاب على هذا الحال .

أما البوابتان المستخدمتان فى الشكل (ج) هما بوابتا NAND يشكلا قلاباً R - S يعمل عند الحالة المنخفضة ، فعند تغير وضع المفتاح من الوضع العلوى للوضع السفلى فإن الارتداد الحادث عن ترك النقطة العلوية لن يؤثر على خرج القلاب لأنه سيظل مرتفعاً ، وبمجرد وصول ريشة المفتاح للنقطة السفلية فإنه ، عند أول تلامس يصبح خرج القلاب out منخفضاً ، ويثبت على ذلك لهما حدث ارتداد عند النقطة السفلية .

أما البوابتان المستخدمتان فى الشكل (د) فهما عاكستان فعندما يكون المفتاح على الوضع العلوى يكون خرج العاكس العلوى مرتفعاً ، وخرج العاكس السفلى منخفضاً ، وعند انتقال المفتاح من الوضع العلوى للوضع السفلى ، وأثناء الانتقال يظل خرج العاكس العلوى مرتفعاً وذلك لأن خرج العاكس السفلى يحافظ على دخل العاكس العلوى عالياً وبمجرد الوصول

للموضع السفلى يصبح خرج العاكس العلوى منخفضاً وخرج العاكس السفلى مرتفعاً.



الشكل (١ - ٣٧)

١ / ٥ - دوائر الإمساك Latches :

تحتوى دوائر الإمساك المتكاملة على مجموعة من القلابات التى سبقت دراستها ، وتقوم Latches بالمحافظة على حالة مخارجها (مخارج القلابات) عند انقطاع إشارات مداخلها، ولذلك يقال إن Latches تقوم بإمساك حالة كلمة رقمية (مجموعة من الإشارات الرقمية) ، وهناك عدة أنواع لدوائر Latches التى تنتمى لعائلة TTL مثل :

١ - دوائر الإمساك نوع R - S على سبيل المثال الدوائر المتكاملة الآتية :

74279 , 74118 , 74119 .

٢ - دوائر الإمساك نوع D غير العاكسة على سبيل المثال الدوائر المتكاملة الآتية :

74873 , 7477 , 74100 , 74363 , 74373 , 74845

٣ - دوائر الإمساك نوع D ذات المخارج ومعكوسها مثل :

7475 , 74375

وسوف نتناول فى هذه الفقرة بعض دوائر الإمساك بمزيد من التفصيل .

أولاً : دائرة الإمساك نوع R - S طراز 74279 :

الشكل (١ - ٣٨) يعرض المسقط الأفقي لهذه الدائرة ، وكذلك جدول الحقيقة لها ،

وبلاحظ أن هذه الدائرة

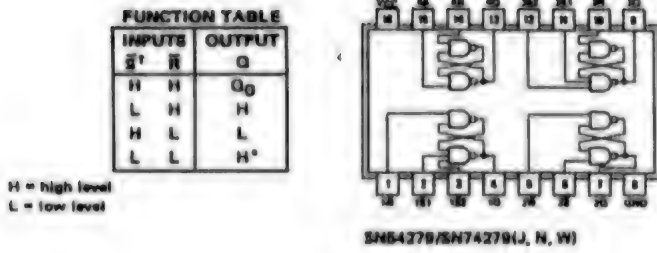
تحتوى على أربع قلابات

R - S ، وكل قلاب

يتألف من بوابة

NAND ، ويعمل عند

الحالة المنخفضة



الشكل (١ - ٣٨)

للمداخل حيث إن :

مداخل الإمساك للقلابات الأربعة هي :

$$1\bar{S}_1, 1\bar{S}_2, 2\bar{S}, 3\bar{S}_1, 3\bar{S}_2, 4\bar{S}$$

تكون فعالة عندما تكون حالتها منخفضة ، وأيضا فإن مداخل التحرير للقلابات الأربعة هي :

$$1\bar{R}, 2\bar{R}, 3\bar{R}, 4\bar{R}$$

نظرية عمل قلاب واحد من الدائرة :

١ - تكون حالة المخرج Q عالية (H) عندما تكون حالة مدخل أو مدخل الإمساك \bar{S}

منخفضة (L) وحالة مدخل التحرير \bar{R} عالية (H) .

٢ - يحدث تحرير لحالة مخرج القلاب Q عندما تكون حالة مدخل الإمساك \bar{S} عالية (H)

وحالة مدخل التحرير \bar{R} منخفضة (L) .

٣ - لا يحدث تغير في حالة المخرج Q عندما تكون حالة المداخل \bar{S}, \bar{R} عالية (H) .

ثانياً : دائرة الإمساك نوع D طراز 74100 :

الشكل (١ - ٣٩) يعرض المسقط الأفقي لهذه الدائرة المتكاملة ، و جدول الحقيقة لها .

وبلاحظ أن هذه الدائرة المتكاملة تحتوى على دائرتي إمساك كل منها بأربعة مداخل

ومدخل تمكين وأربعة مخارج .

التعريف بأرجل الدائرة المتكاملة :

مخارج الدائرة المتكاملة

نظرية عمل الدائرة المتكاملة 74100 :

١ - عندما تكون حالة مدخل التمكين G مرتفعة (H) ، فإن حالة مدخل البيانات D تنتقل للمخرج Q المقابل .

٢ - عندما تكون حالة مدخل التمكين G منخفضة ، فإن حالة المخرج Q لن تتغير ، بغض النظر عن حالة مدخل البيانات D .

٦ / ١ - أنظمة الأعداد والأكواد : Code and number systems

إن معرفة النظم المختلفة للأعداد والأكواد يسهل على القارئ التعامل مع أنظمة التحكم الرقمية ، وقبل البدء في سرد النظم المختلفة للأعداد والأكواد ، سنشير إلى بعض المصطلحات التي تستخدم عادة مع نظم الأعداد المختلفة وهي :

١ - إن أى عدد يتكون من مجموعة من الخانات Digits .

٢ - كل نظام أعداد له أساس ثابت وله مجموعة أعداد أساسية .

٣ - يمكن تحويل أى نظام أعداد إلى النظام العشري للأعداد ، والمستخدم فى حياتنا اليومية ، وذلك باستخدام المعادلة التالية :

$$Z = a_0 b^0 + a_1 b^1 + a_2 b^2 + \rightarrow 1.10$$

حيث إن :

Z هو العدد العشري المكافئ أما a_0, a_1, a_2 فهى الأعداد الأساسية ، b هو الأساس .

١ / ٦ / ١ - نظام الأعداد العشرية **Decimal numbers** :

أساس نظام الأعداد العشرية 10

الأعداد الأساسية للنظام العشري 0 , 1 , 2 , , 9

فيمكن القول إن العدد العشري 456 يساوى

$$456 = 4 \times 10^2 + 5 \times 10^1 + 6 \times 10^0$$

حيث إن :

10 هى أساس النظام العشري .

4 , 5 , 6 الأعداد الأساسية للنظام العشري .

٢ / ٦ / ١ - نظام الأعداد الثنائية **Binary numbers** :

أساس نظام الأعداد الثنائية 2 .

0 , 1 الأعداد الأساسية لنظام الأعداد الثنائية .

مثال :

حول العدد الثنائى $(10110110)_{LS}^{MS}$ لمكافئه العشري حيث إن الخانة (bit) اليسرى هى

الأعلى رتبة (MSD) ، ورتبتها 2^7 والخانة اليمنى هى الأقل رتبة LSD ، ورتبتها 2^0 .

$$Z = 1 \times 2^7 + 0 \times 2^6 + 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 \\ = (182)_{10}$$

علماً بأن كل خانة من خانات العدد الثنائى تسمى bit ، ويسمى العدد الثنائى بكلمة

word وتتكون الكلمة عادة من مجموعة من bits .

٣ / ٦ / ١ - نظام الأعداد الثمانية Octal numbers :

الاساس 8

الأعداد الأساسية 0, 1, 2, , 7

مثال :

حول العدد الثماني $(1763)_8$ لمكافئه العشري .

$$Z = 1 \times 8^3 + 7 \times 8^2 + 6 \times 8^1 + 3 \times 8^0 \\ = (1067)_{10}$$

٤ / ٦ / ١ - نظام الأعداد السداسية عشر Hexadecimal numbers :

الاساس 16 .

الأعداد الأساسية 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F

وفيما يلي المكافئ العشري للأعداد الأساسية الستة الأخيرة

$$A = 10 \quad B = 11 \quad C = 12 \quad D = 13 \quad E = 14 \quad F = 15$$

مثال :

حول العدد السداسي عشر $(1A6)_{16}$ لمكافئه العشري

$$Z = 1 \times 16^2 + A \times 16^1 + 6 \times 16^0 = (422)_{10}$$

٥ / ٦ / ١ - الأعداد العشرية المكودة ثنائيا BCD :

يمكن تمثيل الأعداد العشرية بأعداد ثنائية حيث إن أى عدد عشري أساسى، أى : يتكون

من خانة واحدة يمكن تمثيله بعدد ثنائى له أربع خانات .

مثال :

حول العدد العشري 7493 لعدد عشري مكود ثنائياً .

$$(7493)_{10} = \left(\frac{0111}{7} \quad \frac{0100}{4} \quad \frac{1001}{9} \quad \frac{0011}{3} \right)$$

٧/١ - العدادات Counters :

العداد الإلكتروني هو أداة تحصى عدد النبضات التي تدخل إلى مدخل النبضات للعداد .

ويتكون العداد من مجموعة من القلابات متصلة معاً بطريقة تمكنها من العد .

وتنقسم العدادات إلى نوعين من حيث نظرية عملها :

١ - عدادات تزامنية .

٢ - عدادات غير تزامنية .

وتنقسم العدادات إلى نوعين من حيث وظيفتها وهما :

١ - عدادات تصاعدية up counters ويزداد خرجها بمقدار 1 كلما وصلت نبضة

لمدخل نبضات العداد .

ب - عدادات تنازلية Down counters ، ويقل خرجها بمقدار 1 كلما وصلت نبضة

لمدخل نبضات العداد وصولاً للصفر .

وتنقسم العدادات إلى ثلاثة أنواع من حيث نوع مخرجها وهي :

أ - عداد ثنائي .

ب - عداد ثنائي مكود عشرياً BCD ويطلق عليه - أحياناً - عداد عشري .

ج - عداد ثماني وله ثلاثة مخرج .

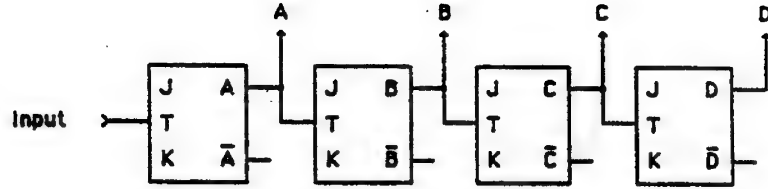
وستتضح هذه الأنواع في الفقرات التالية :

٧/١ - العدادات غير المتزامنة Asynchronous counters :

الشكل (١ - ٤٠) يعرض دائرة عداد ثنائي غير متزامن وتصاعدي ، يتكون من أربعة

قلابات J - k . حيث يوصل المداخل J - k للقلابات الأربعة مع الطرف Vcc لمنع التيار

المستمر (غير موضح بالرسم) .



الشكل (١ - ٤٠)

ويلاحظ أنه استخدمت الأحرف A, B, C, D كمخارج للقلابات بدلاً من Q حتى يسهل تمييز القلابات ، وكل خرج من هذه المخارج الأربعة يعطى دلالة عن عدد عشرى معين فمثلاً:

$$A = 2^0 = 1$$

$$B = 2^1 = 2$$

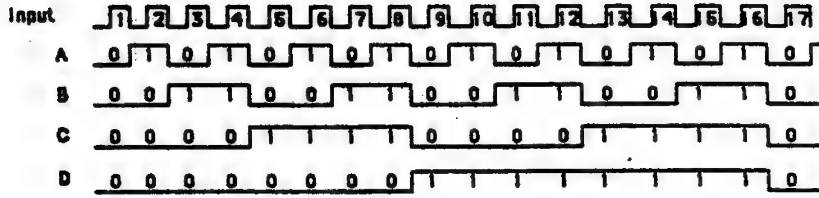
$$C = 2^2 = 4$$

$$D = 2^3 = 8$$

ويقوم هذا العداد الثنائى بعد النبضات عند الحافة السالبة (الهابطة) ، عند الانتقال من عالٍ لمنخفض ، والتي تدخل لمدخل النبضات T .

ويبدأ هذا العداد العد عندما تكون حالة جميع مخارجه منخفضة (0) أى أن العدد المحمل به العداد فى البداية هو صفر عشرى ، وأقصى عدد نحصل عليه من هذا العداد الثنائى هو : (1111) ، وهو يساوى $(15)_{10}$.

والشكل (١ - ٤١) يبين شكل موجات الجهد على المخارج الأربعة A, B, C, D عند دخول نبضة ساعة على مدخل النبضات T للقلاب A .



الشكل (١ - ٤١)

ويلاحظ أن قيمة العدد الخارج على مخارج العداد A, B, C, D تزداد واحداً أثناء الحافة الهابطة لنبضة المؤقت فمثلاً: عند الحافة الهابطة للنبضة 5 فإن :

$$A = 1 \quad B = 0 \quad C = 1 \quad D = 0$$

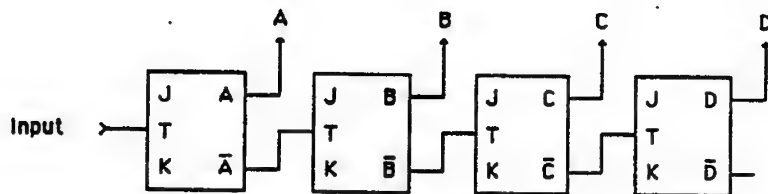
أي أن : العدد الثنائي الخارج على مخارج العداد A, B, C, D هو : (0101) ويكافئ :

$$Z = 1 \times 2^0 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^3 = 5$$

والشكل (١ - ٤٢) يعرض دائرة عداد ثنائي تنازلي غير متزامن يتكون من أربعة قلابات J - k ، حيث توصل المداخل J , k للقلابات الأربعة مع الطرف Vcc لمنع التيار المستمر ، (غير موضح بالرسم) ، وللعداد أربعة مخارج وهي : A , B , C , D ، حيث يعطى كل منهم دلالة عن عدد عشري معين حيث إن :

$$A = 2^0 = 1 \quad C = 2^2 = 4$$

$$B = 2^1 = 2 \quad D = 2^3 = 8$$



الشكل (١ - ٤٢)

وبمجرد وصول النبضة الاولى لهذا العداد تصبح حالة جميع مخارجه عالية أى أن :

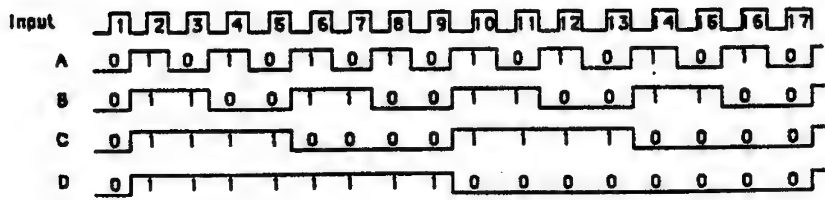
$$A = B = C = D = 1$$

ويكون العدد العشري الذى يحمل به العداد فى البداية وهو :

$$Z = 1 \times 1 + 1 \times 2 + 1 \times 4 + 1 \times 8 = 15$$

وكلما وصلت نبضة للعداد قل العدد المحمل به العداد بمقدار 1 إلى أن يصبح حالة جميع مخارج العداد منخفضة ، فى هذه الحالة يكون العدد المحمل به العداد يكافئ صفراً (عشرياً) حينئذ يبدأ العداد من جديد دورة العد .

والشكل (١ - ٤٣) يبين شكل الجهد على المخارج الأربعة A, B, C, D عند دخول نبضة ساعة مدخل نبضات الساعة T .



الشكل (١ - ٤٣)

ويلاحظ أن قيمة العد تقل واحداً أثناء الحافة الهابطة لنبضات الساعة (الانتقال من عالٍ لمنخفض) فمثلاً : عند الحافة الهابطة للنبضة 7 فإن :

$$A = 1, \quad B = 0, \quad C = 0, \quad D = 1$$

ويكون العدد الثنائى الخارج على مخارج الاعداد A, B, C, D هو : (1001) حيث إن خرج A هو الأقل رتبة وخرج D هو الأعلى رتبة .

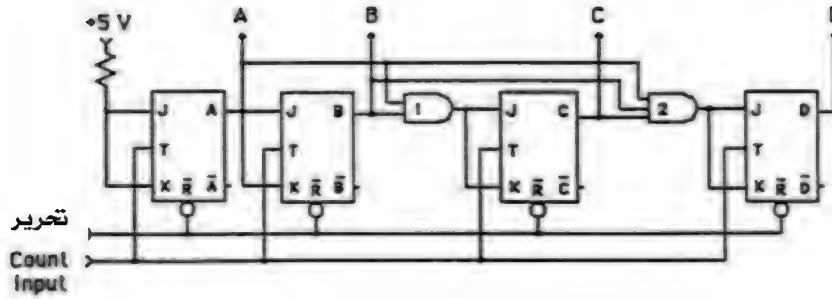
$$Z = 1 \times 1 + 0 \times 2 + 0 \times 4 + 1 \times 8 = 9$$

٢ / ٧ / ١ - العدادات المتزامنة synchronous counters :

تمتاز العدادات المتزامنة بالسرعة الفائقة مقارنة بالعدادات الغير متزامنة .

والشكل (١ - ٤٤) يعرض دائرة لعداد ثنائي متزامن تصاعدي حيث يوصل مولد النبضات بمدخل النبضات للقلابات الاربعة A, B, C, D ويتم إدخال خرج القلاب A على المدخلين k, J للعداد B إدخال خرج القلابين A, B على المدخلين k, J للعداد C بواسطة البوابة 1 وإدخال خرج جميع القلابات A, B, C على المدخلين k, J للعداد D بواسطة البوابة 2.

ويلاحظ أن هذه الدائرة مزودة بمدخل لتحرير القلابات عند أى لحظة عندما يكون حالة خط التحرير Reset منخفضة (L) ، لذلك يجب المحافظة على حالة هذا الخط مرتفعة أثناء قيام العداد بالعد .



مدخل العد

الشكل (١ - ٤٤)

٣ / ٧ / ١ - الدوائر المتكاملة للعدادات :

يمكن تقسيم الدوائر المتكاملة للعدادات عائلة TTL إلى :

١ - عدادات غير متزامنة تعمل عند الحافة الهابطة لنبضات الساعة وتنقسم بدورها إلى :

١ - عدادات لها خرج BCD تصاعدي مثل الدوائر المتكاملة التالية :

74196 , 74176 , 7490 , 74290

ب - عدادات لها خرج ثنائي مثل الدوائر المتكاملة التالية :

74197 , 74177 , 7493 , 74293

٢ - عدادات متزامنة تعمل عند الحافة الصاعدة لنبضات الساعة ، وتنقسم بدورها إلى :

أ - عدادات لها خرج BCD تصاعدي مثل الدوائر المتكاملة التالية :

74162 , 74160

ب - عدادات لها خرج BCD تصاعدي / تنازلي مثل الدوائر المتكاملة التالية :

74190 , 74192

ج - عدادات لها خرج ثنائي بأربعة مخارج ثنائية مثل الدوائر المتكاملة التالية :

74193 , 74191 , 74161 , 74163

د - عدادات لها خرج ثنائي بستة مخارج ثنائية مثل الدائرة المتكاملة 7497

ويمكن تقسيم الدوائر المتكاملة للعدادات عائلة CMOS سلسلة CD 40.. إلى :

أ - عدادات عشرية مثل الدائرة المتكاملة CD 4017 A

ب - عدادات ثنائية بسبعة مخارج ثنائية CD 4024 A

ج - عدادات ثنائية باثني عشر مخرجاً ثنائياً CD 4040 A

ء - عدادات ثنائية بأربعة عشر مخرجاً ثنائياً مع مذبذب CD 4060 A

هـ - عدادات ثنائية بواحد وعشرين مخرجاً ثنائياً مع مذبذب CD 4045

وسوف نتناول في هذه الفقرة أكثر هذه الأنواع استخداماً .

أولاً : العداد العشري المكود ثنائياً ، 7490 :

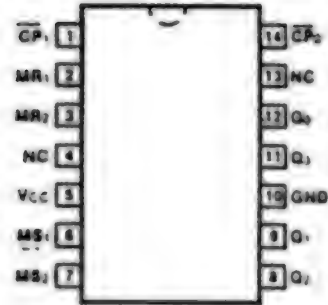
الشكل (١ - ٤٥) يعرض مسقطاً أفقياً لهذا العداد (أ) والرمز المنطقي (ب) وجدول

الحقيقة (ج) وجدول اختيار الوظيفة (د) .

BCD COUNT SEQUENCE

COUNT	OUTPUTS			
	Q ₀	Q ₁	Q ₂	Q ₃
0	L	L	L	L
1	H	L	L	L
2	L	H	L	L
3	H	H	L	L
4	L	L	H	L
5	H	L	H	L
6	L	H	H	L
7	H	H	H	L
8	L	L	L	H
9	H	L	L	H

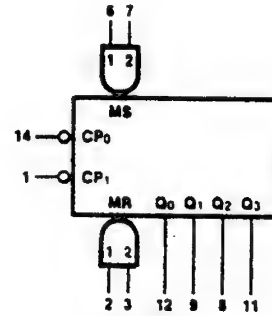
NOTE: Output Q₀ is connected to input CP₁ for BCD count.



MODE SELECTION

RESET/SET INPUTS				OUTPUTS			
MR ₁	MR ₂	MS ₁	MS ₂	Q ₀	Q ₁	Q ₂	Q ₃
H	H	L	X	L	L	L	L
H	H	X	L	L	L	L	L
X	X	H	H	H	L	L	H
L	X	L	X	Count			
X	L	X	L	Count			
L	X	X	L	Count			
X	L	L	X	Count			

H = HIGH Voltage Level
L = LOW Voltage Level
X = Immaterial



VCC = Pin 5
GND = Pin 10
NC = Pins 4, 13

الشكل (١ - ٤٥)

التعريف بأرجل العداد :

مخارج العداد Q₀ - Q₃

حيث إن: $Q_0 = 2^0, Q_1 = 2^1, Q_2 = 2^2, Q_3 = 2^3$

MR₁, MR₂

مدخلان للتحرير

MS₁, MS₂

مدخلان للتحميل

CP₀, CP₁

مداخل النبضات

نظرية عمل الدائرة المتكاملة 7490 :

تحتوى الدائرة المتكاملة 7490 على عددين: الأول بمخرج واحد Q_0 وله مدخل للتحرير MR_1 ، ومدخل للتحميل MS_1 ، ومدخل للنبضات CP_0 . والثاني بثلاثة مخارج Q_1, Q_2, Q_3 ، ومدخل للتحرير MR_2 ، ومدخل للتحميل MS_2 ومدخل للنبضات CP_1 ، وحتى يعمل العداد كعداد BCD بأربعة مخارج يتم توصيل مخرج العداد الأول Q_0 مع مدخل نبضات العداد الثاني CP_1 .

وهناك عدة حالات لتشغيل هذا العداد موضحة ، بجدول اختيار الوظيفة وهى :

١ - عندما تكون حالة MR_2, MR_1 عالية ، وحالة أحد المدخلين MS_2, MS_1 منخفضة فإن جميع مخارج العداد تصبح منخفضة .

٢ - عندما يكون حالة MS_2, MS_1 عالية، فإن حالة مخارج العداد تصبح عالية بغض النظر عن حالة المداخل MR_2, MR_1 .

٣ - عندما تكون حالة أحد المدخلين MR_2, MR_1 على الأقل منخفضة وحالة أحد المدخلين MS_2, MS_1 على الأقل منخفضة يعمل العداد كعداد BCD عند الحافة الهابطة لنبضات الساعة التى تدخل على مدخل النبضات CP_0 ، حيث يبدأ العد من 0 وصولاً إلى 9 ثم تتكرر دورة العد من جديد، ويمكن معرفة حالة المخارج $Q_3 - Q_0$ عند أى نبضة من جدول الحقيقة .

ثانياً : العداد العشري المكود ثنائياً BCD التصاعدي / التنازلى 74192 :

الشكل (١ - ٤٦) يعرض مسقطاً أفقياً لهذا العداد (أ) والرمز المنطقى للعداد (ب) وجدول الوظيفة (ج) .

التعريف بأرجل الدائرة المتكاملة :

CP_U	مدخل نبضات الساعة للعد التصاعدي (فعال عند الحافة الصاعدة)
CP_D	مدخل نبضات الساعة للعد التنازلى (فعال عند الحافة الصاعدة)
MR	مدخل التحرير (يكون فعالاً عندما يكون عالياً)

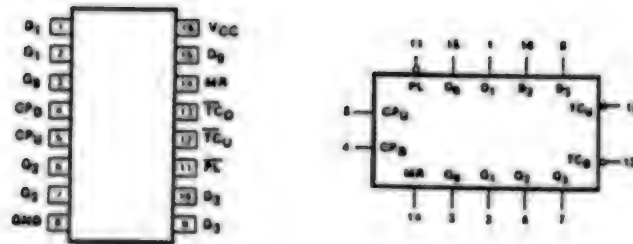
\overline{PL} مدخل تحميل بيانات على التوازي (فعال عندما يكون منخفضاً)

$P_0 - P_3$ مداخل بيانات على التوازي

$Q_0 - Q_3$ مخارج العداد

$\overline{TC_D}$ خرج الاقتراض (منخفض عندما يكون فعالاً)

$\overline{TC_U}$ خرج الباقي (منخفض عندما يكون فعالاً)



OPERATING MODE	INPUTS									OUTPUTS					
	MR	FC	CP _U	CP _D	D ₀	D ₁	D ₂	D ₃		Q ₀	Q ₁	Q ₂	Q ₃	TC _U	TC _D
Reset (clear)	H	X	X	L	X	X	X	X	X	L	L	L	L	H	L
Parallel load	L	L	X	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	H	L
	L	L	L	X	H	L	L	L	L	L	L	L	L	H	L
	L	L	L	X	H	X	X	X	H	L	L	L	L	H	L
	L	L	L	X	H	X	X	X	H	L	L	L	L	H	L
Count up	L	H	↑	H	X	X	X	X	X	Count up				H ^a	H
Count down	L	H	H	↑	X	X	X	X	X	Count down				H	H ^b

H = HIGH voltage level

L = LOW voltage level

X = Don't care

↑ = LOW-to-HIGH clock transition

NOTES:

a. TC_U = CP_U at terminal count up (HLLH).

b. TC_D = CP_D at terminal count down (LLLL).

الشكل (١ - ٤٦)

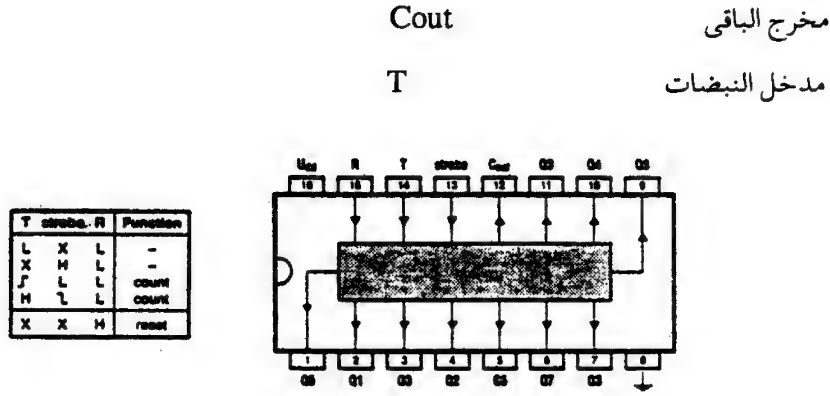
نظرية عمل الدائرة المتكاملة 74192:

- ١ - يتم تحرير مخارج العداد الأربعة $Q_0 - Q_3$ (أى إعادتهم للحالة المنخفضة) إذا كانت حالة مدخل التحرير MR مرتفعة وتنتقل حالة CP_D للمخرج \overline{TC}_D .
- ٢ - يتم نقل حالة المداخل المتوازية $D_0 - D_3$ للمخارج المقابلة $Q_0 - Q_3$ عندما تكون حالة كل من \overline{PL} , MR منخفضة وتنتقل حالة CP_D إلى \overline{TC}_D إذا كانت حالة المداخل المتوازية $D_0 - D_3$ منخفضة ، وتنتقل حالة CP_U إلى \overline{TC}_D إذا كانت حالة بعض أو كل المداخل المتوازية عالية .
- ٣ - يعمل العداد تصاعدياً إذا كانت حالة MR منخفضة وحالة \overline{PL} , CP_D عالياً ، وذلك عند الحافة الصاعدة لنبضات الساعة التى تدخل من المدخل CP_U وتبدأ دورة العد من LLL إلى HLLH فى هذه الحالة تنتقل حالة المخرج \overline{TC}_U من مرتفع لمنخفض ، وتبدأ دورة العد من جديد ، فتعود حالة \overline{TC}_U مرتفعة كما كانت .
- ٤ - يعمل العداد تنازلياً إذا كانت حالة MR منخفضة ، وحالة CP_U , \overline{PL} مرتفعة وذلك عند الحافة الصاعدة لنبضات الساعة التى تدخل من المدخل CP_U وتبدأ دورة العد من HLLH وصولاً إلى LLL فى هذه الحالة تنتقل حالة المخرج \overline{TC}_D من مرتفع لمنخفض ، وتبدأ دورة العد من جديد فتعود حالة \overline{TC}_D مرتفعة كما كانت .

ثالثاً : العداد العشري CD 4017 A :

الشكل (١ - ٤٧) يعرض المسقط الأفقى لهذه الدائرة المتكاملة ، وجدول الحقيقة .
التعريف بأرجل الدائرة المتكاملة :

$Q_0 - Q_9$	مخارج العداد العشري
R	مدخل التحرير
Strobe	مدخل الإمساك



الشكل (١ - ٤٧)

نظرية تشغيل العداد :

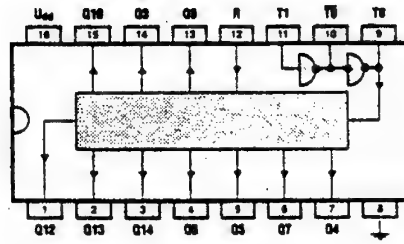
- ١ - عندما تكون حالة مدخل التحرير R منخفضة (L) وحالة مدخل الإمساك Strobe منخفضة يقوم العداد بعد النبضات التي تدخل للمدخل T عند الحافة الصاعدة . فعند دخول النبضة الأولى يكون حالة Q_0 عالية ، وباقي المخارج منخفضة . وعند دخول النبضة الثانية ، تصبح حالة Q_1 فقط عالية . وعند وصول النبضة الثالثة تصبح حالة Q_2 فقط عالية وهكذا وصولاً للنبضة العاشرة يصبح حالة Q_9 فقط عالية وعند وصول النبضة الحادية عشر يصبح حالة Q_{10} فقط عالية وتكرر دورة التشغيل .
- ٢ - عندما تكون حالة مدخل التحرير R منخفضة ، وحالة مدخل النبضات T عالية يقوم العداد بعد النبضات التي تدخل على مدخل الإمساك عند الحافة الهابطة .
- ٣ - يقوم العداد بتثبيت حالة مخارجه عند وصول إشارة عالية لمدخل الإمساك Strobe وعندما تكون حالة مدخل التحرير R منخفضة بغض النظر عن حالة باقي المداخل .
- ٤ - يقوم العداد بتحرير مخارجه ، أى تعود جميع مخارجه للحالة المنخفضة عندما تكون حالة مدخل التحرير R عالية .

رابعاً : العداد الثنائي ذو الأربعة عشر مخرجاً والمذبذب CD 4060

الشكل (١ - ٤٨) يعرض المسقط الأفقى وجدول الوظيفة لهذه الدائرة المتكاملة .

التعريف بأرجل الدائرة المتكاملة :

T	R	Function
X	H	reset
H	L	-
L	L	count



مخارج العداد الثنائية

(Q₄ - Q₁₄)

أطراف المذبذب

T₀, T₀, T₁

نظرية عمل العداد :

الشكل (١ - ٤٨)

لتشغيل العداد

يجب أن توصل مقاومة R بالرجل T₀ ويوصل مكثف C بالرجل T₁ ويوصل الطرف الثاني

لكل من المكثف والمقاومة معا بالرجل T₀ .

ويكون تردد المذبذب مساوياً

$$F = \frac{1}{2.2 RC} \rightarrow 1.11$$

وعندما تكون حالة المدخل R منخفضة يقوم العداد بعد نبضات المذبذب ، وإخراج

العدد الثنائي المكافئ لعدد النبضات على مخارج العداد ، علماً بأن رتبة كل مخرج تكافئ

رقمه ، فرتبة المخرج Q₄ هو 2⁴ والمخرج Q₅ هو 2⁵ وهكذا .

فبعد 2⁵ نبضة يصبح حالة المخرج Q₅ عالية ، وبعد 2¹⁴ نبضة تصبح حالة المخرج Q₁₄

عالية وهكذا .

وعندما تصبح حالة المدخل R عالية يحدث تحرير لجميع مخارج العداد ، وتعود حالتها

منخفضة . وعادة تستخدم هذه الدائرة المتكاملة كمؤقت زمني .

فمثلاً : إذا كانت قيمة المقاومة R₁ = 67 k Ω والمكثف C = 1 μF فإن تردد المذبذب

يساوى :

$$F = \frac{1000}{2.2 \times 67 \times 1} = 6.8 \text{ Hz}$$

أى أن زمن النبضة يساوى :

$$T = \frac{1}{F} = 0.147 \text{ SEC}$$

وبالتالى تصبح حالة المخرج Q_{14} عالية بعد زمن مقداره يساوى

$$T = 2^{14} \times 0.147 = 2408 \text{ SEC}$$
$$= 40 \text{ min}$$

٨ / ١ - مسجلات الإزاحة Shift Registers :

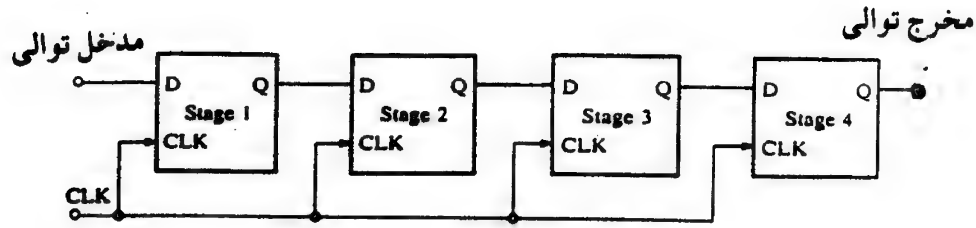
يقوم مسجل الإزاحة بتخزين رقم ثنائى ثم إزاحته يمينا أو يساراً عندما يقتضى الأمر ذلك . ويتكون مسجل الإزاحة من عدة قلابات حيث يخصص قلاب لكل خانة (Bit) من الرقم الثنائى ، ويمكن إدخال الرقم الثنائى للمسجل أو إخراج منه بشكل متتالٍ أى خانة بعد خانة أو بشكل متواز أى كل الخانات معاً .

ويوجد عدة أنواع من مسجلات الإزاحة مثل :

- ١ - مسجلات الإزاحة ذات الدخل والمخرج المتوالى SISO .
 - ٢ - مسجلات الإزاحة ذات الدخل المتوالى والمخرج المتوازى SIPO .
 - ٣ - مسجلات الإزاحة ذات الدخل المتوازى والمخرج المتوالى PISO .
 - ٤ - مسجلات الإزاحة ذات الدخل والمخرج المتوازى PIPO .
- وسوف نتناول هذه الأنواع بالتفصيل فى الفقرات القادمة .

١ / ٨ / ١ - مسجلات الإزاحة ذات الدخل والمخرج المتوالى SISO :

الشكل (١ - ٤٩) يعرض مسجل إزاحة SISO يتكون من أربعة قلابات D .



الشكل (١-٤٩)

حيث تدخل البيانات من مدخل القلاب الأول ، وتخرج من مخرج القلاب الرابع ومع كل نبضة تتحرك البيانات من اليسار إلى اليمين ، ويتميز هذا المسجل بأن أول Bit يدخل هو أول Bit يخرج .

فلتخزين عدد يتكون من أربع خانات مثل 1110 نحتاج لأربع نبضات ساعة تدخل على خط CLK ، فينتقل هذا العدد الثنائي 1110 من مدخل التوالى serial in ؛ ليخزن فى القلابات الأربعة ، ويصبح خرج القلاب 4 هو (0) ومخرج القلاب 3 هو 1 ومخرج القلاب 2 هو 1 ومخرج القلاب 1 هو 1 .

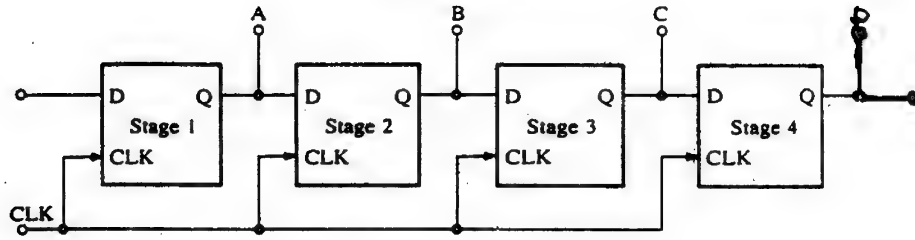
ويحتاج هذا العدد لثلاث نبضات أخرى تصل لمسار نبضات الساعة CLK حتى يخرج هذا العدد من مخرج التوالى serial out خانة تلو الأخرى أى أن العدد الكلى اللازم لنقل أى عدد ثنائى من مدخل التوالى إلى مخرج التوالى يكافئ $(n + 3)$ حيث n هو عدد خانات العدد الثنائى .

وعادة تستخدم مسجلات SISO فى التأخير الزمنى حيث يتم تأخير البيانات الخارجة عن البيانات الداخلة فترة زمنية T حيث إن T هو زمن النبضة الواحدة لنبضات الساعة .

٢ / ٨ / ١ - مسجلات الإزاحة ذات الدخل المتوالى والمخرج المتوازي SIPO :

الشكل (١ - ٥٠) يعرض مسجل إزاحة SIPO يتكون من أربعة قلابات D .

مخارج متوازية



الشكل (١ - ٥٠)

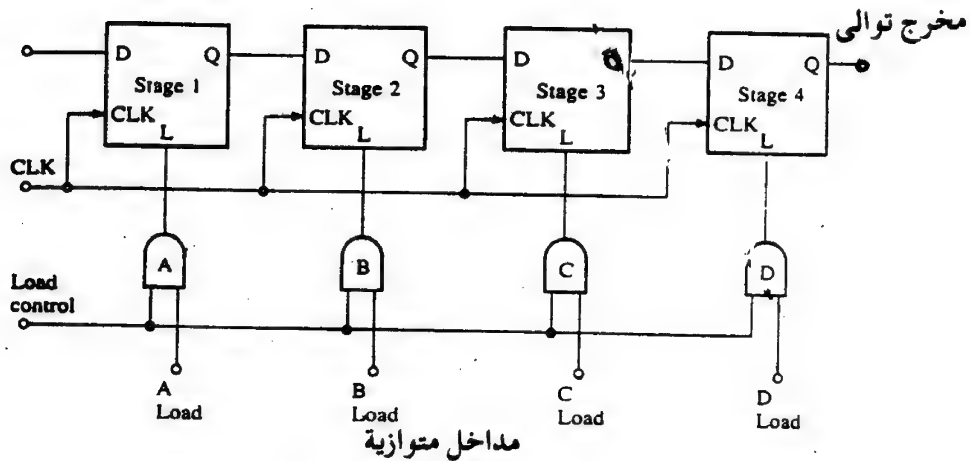
حيث تدخل البيانات من مدخل التوالى serial in ، وتخرج من مخارج التوازي A - D ويحتاج العدد الثنائي المؤلف من أربع خانات ، أربع نبضات ، حتى يخرج على مخارج المسجل A - D .

فمثلا : عند دخول العدد الثنائي 1011 لمدخل التوالى وبعد أربع نبضات فإن :

$$D = 1, \quad C = 1, \quad B = 0, \quad A = 1$$

٣ / ٨ / ١ - مسجلات الإزاحة ذات الدخول المتوازي والمخرج المتوالي PISO :

الشكل (١ - ٥١) يعرض مسجل إزاحة PISO يتكون من أربع قلابات D .



الشكل (١ - ٥١)

ويلاحظ أن لهذا المسجل أربعة مداخل A, B, C, D ومخرجاً واحداً متوالياً Serial out

ويوجد طرف لتحميل المسجل Load control فعندما تكون حالة طرف Load control عالية فإن الكلمة التي تدخل على مداخل التوازي A - D سوف تخرج من مخرج التوازي Serial out بعد أربع نبضات .

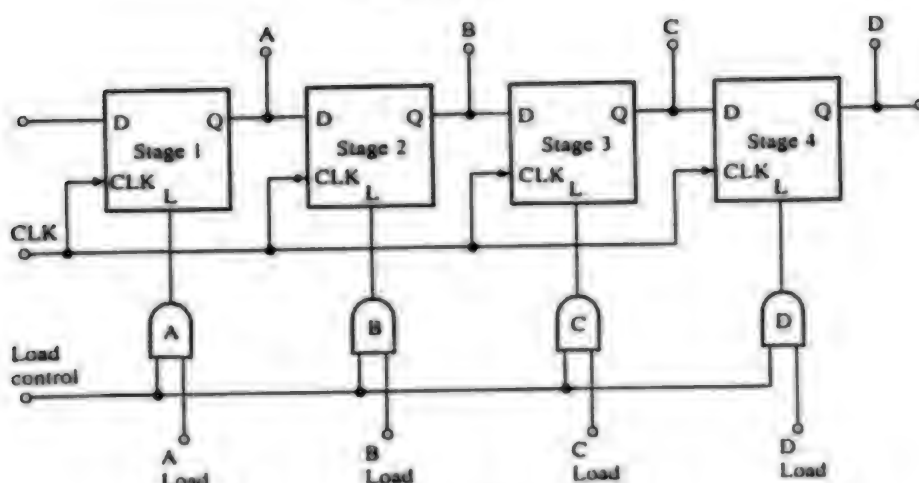
فمثلاً عند دخول العدد الثنائي 1011 على مداخل التوازي A - D وعندما يكون حالة طرف Load control عالية فبمجرد وصول النبضة الأولى لمدخل النبضات يصبح خرج القلاب الرابع 1 والثالث 1 والثاني 0 والاول 1 .

وبعد وصول ثلاث نبضات أخرى لمدخل النبضات يكون هذا العدد قد خرج الخانة تلو الأخرى من مخرج التوازي .

١/٨/٤ - مسجلات الإزاحة ذات الدخل والمخرج المتوازي PIPO :

الشكل (١ - ٥٢) يعرض مسجل إزاحة PIPO يتكون من أربعة قلابات D .

مخارج متوازية



مداخل متوازية

الشكل (١ - ٥٢)

وبلاحظ أن لهذا المسجل أربعة مداخل متوازية A - D وأربعة مخارج متوازية A - D ،

ويحتاج العدد الثنائي المؤلف من أربع خانات نبضة واحدة ليخرج على مخارج المسجل .

والجدير بالذكر أن معظم مسجلات الإزاحة المتوفرة في الأسواق تكون عامة بمعنى أنها

يمكن أن تعمل كمسجل SISO أو SIPO أو PISO أو PIPO .

وهذا سيتضح من دراسة الدوائر المتكاملة للمسجلات .

٥/٨/١ - الدوائر المتكاملة للمسجلات :

يوجد العديد من الدوائر المتكاملة TTL للمسجلات والجدول (١ - ٥) يعرض ستة أنواع مختلفة من هذه الدوائر المتكاملة وخواصها .

الجدول (١ - ٥)

الطراز	الوظيفة	عدد الأرجل	عدد إخانات	اتجاه الإزاحة	إمكانية تحميل	إمكانية إمسك	إمكانية تحرير
74194	PIPO	16	4	يمين / يسار	نعم	نعم	نعم
74195	PIPO	16	4	يمين	نعم	لا	نعم
74165	PIPO	16	8	يمين	نعم	نعم	نعم
74164	SIPO	14	8	يمين	نعم	نعم	نعم
7495	PIPO	14	4	يمين	نعم	لا	لا
7474	SISO	14	4	يمين	نعم	لا	نعم

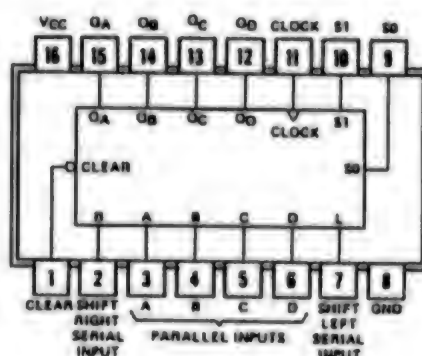
وسوف نتناول بالتفصيل بعض هذه الدوائر المتكاملة في هذه الفقرة .

أولاً : الدائرة المتكاملة 74194 :

الشكل (١ - ٥٣) يعرض المسقط الأفقي وجدول الوظيفة لهذه الدائرة المتكاملة .

FUNCTION TABLE													
INPUTS							OUTPUTS						
CLEAR	MODE		CLOCK	SERIAL		PARALLEL				Q _A	Q _B	Q _C	Q _D
	S ₁	S ₀		LEFT	RIGHT	A	B	C	D				
L	X	X	X	X	X	X	X	X	X	L	L	L	L
H	X	X	L	X	X	X	X	X	X	Q _{A0}	Q _{B0}	Q _{C0}	Q _{D0}
H	H	H	↑	X	X	a	b	c	d	a	b	c	d
H	L	H	↑	X	H	X	X	X	X	H	Q _{An}	Q _{Bn}	Q _{Cn}
H	L	H	↑	X	L	X	X	X	X	L	Q _{An}	Q _{Bn}	Q _{Cn}
H	H	L	↑	H	X	X	X	X	X	Q _{Bn}	Q _{Cn}	Q _{Dn}	H
H	H	L	↑	L	X	X	X	X	X	Q _{Bn}	Q _{Cn}	Q _{Dn}	L
H	L	L	X	X	X	X	X	X	X	Q _{A0}	Q _{B0}	Q _{C0}	Q _{D0}

H = high level (steady state)
 L = low level (steady state)
 X = irrelevant (any input, including transitions)
 ↑ = transition from low to high level
 a, b, c, d = the level of steady-state input at inputs A, B, C, or D, respectively
 Q_{A0}, Q_{B0}, Q_{C0}, Q_{D0} = the level of Q_A, Q_B, Q_C, or Q_D, respectively, before the indicated steady-state input conditions were established
 Q_{An}, Q_{Bn}, Q_{Cn}, Q_{Dn} = the level of Q_A, Q_B, Q_C, Q_D, respectively, before the most recent ↑ transition of the clock.



الشكل (١ - ٥٣)

التعريف بأرجل الدائرة المتكاملة :

S ₀ , S ₁	مداخل تحديد الوظيفة
A, B, C, D	مداخل البيانات المتوازية
Shift Right Serial Input	مدخل التوالى للبيانات للإزاحة يمينا
Shift Left Serial Input	مدخل التوالى للبيانات للإزاحة يساراً
Clock	مدخل نبضات الساعة ويكون فعالاً عند الحافة الصاعدة
Clear	مدخل التحرير ويكون فعالاً عندما يكون منخفضاً
Q _A - Q _D	المخارج المتوازية

نظرية عمل الدائرة المتكاملة 74194 :

١ - عندما يكون حالة مدخل التحرير CLEAR منخفضة تتحرر جميع المخارج المتوازية

$Q_A - Q_C$ أى تصبح حالتها منخفضة .

٢ - عندما تكون حالة مدخل نبضات الساعة CLOCK منخفضة أو حالة مدخل التحرير عالية

CLEAR يحدث إمساك لحالة المخارج $Q_A - Q_D$ وأيضاً عندما تكون حالة مداخل الوظيفة

S_0, S_1 منخفضة ، وحالة مدخل التحرير CLEAR عالية يحدث إمساك لحالة المخارج

$Q_A - Q_D$

٣ - عندما تكون حالة S_0, S_1 CLEAR عالية تنتقل محتويات المداخل المتوازية A - D إلى

المخارج المتوازية المقابلة $Q_A - Q_D$ عند الحافة الصاعدة لأول نبضة تدخل من مدخل

النبضات CLOCK ، وتسمى هذه العملية بالتحميل .

٤ - عندما تكون حالة S_0 عالية وحالة S_1 منخفضة تنتقل محتويات مدخل التوالى للإزاحة

جهة اليمين SERIAL / RIGHT للمخرج Q_A مع إزاحة محتويات $Q_A - Q_D$ إزاحة جهة

اليمين .

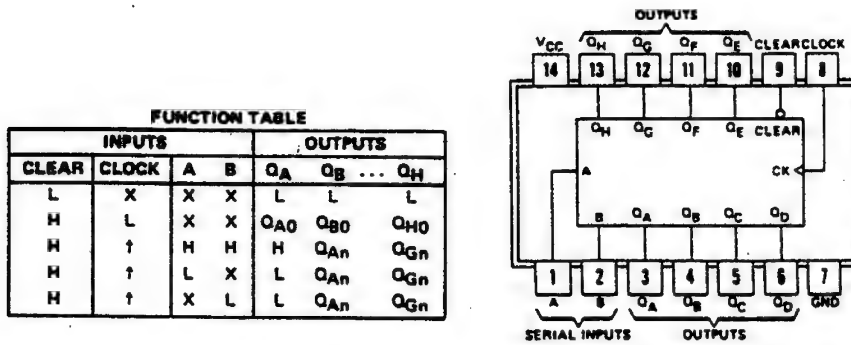
٥ - عند تكون حالة S_0 منخفضة وحالة S_1 عالية تنتقل محتويات مدخل التوالى للإزاحة

جهة اليسار SERIAL / LEFT للمخرج Q_D مع إزاحة محتويات $Q_A - Q_D$ إزاحة جهة

اليسار .

ثانياً : الدائرة المتكاملة 74164 :

الشكل (١ - ٥٤) يعرض المسقط الأفقى وجدول الوظيفة لهذه الدائرة المتكاملة .



H = high level (steady state), L = low level (steady state)

X = irrelevant (any input, including transitions)

↑ = transition from low to high level.

Q_{A0}, Q_{B0}, Q_{H0} = the level of Q_A, Q_B, or Q_H, respectively, before the indicated steady-state input conditions were established.

Q_{An}, Q_{Gn} = the level of Q_A or Q_G before the most-recent ↑ transition of the clock; indicates a one-bit shift.

الشكل (١ - ٥٤)

التعريف بأرجل الدائرة المتكاملة 74164 :

A, B	المدخل المتوالي
CLOCK	مدخل نبضات الساعة (فعال عند الحافة الصاعدة)
CLEAR	مدخل التحرير (فعال عندما يكون منخفضاً)
$Q_A - Q_H$	المخارج المتوازية

نظرية عمل الدائرة المتكاملة 74164 :

١ - عندما تكون حالة CLEAR منخفضة تتحرر المخارج المتوازية $Q_A - Q_H$ أى تعود حالتها لتصبح منخفضة .

٢ - عندما تكون حالة CLOCK منخفضة وحالة CLEAR عالية يحدث إمساك لحالة المخارج

٣ - عندما تكون حالة مدخل التحرير CLEAR مرتفعة وحالة أحد مدخلى التوالى A, B على الأقل منخفضة ، يحدث إزاحة لمحتويات المخارج جهة اليمين مع جعل حالة Q_A منخفضة .

٤ - عندما تكون حالة مدخل التحرير CLEAR مرتفعة وحالة مدخلى التوالى A, B مرتفعة يحدث إزاحة لمحتويات المخارج جهة اليمين مع جعل حالة Q_A مرتفعة .

٩/١ - المشفرات Encoders :

تقوم المشفرات بتحويل الإشارات القادمة من لوحة المفاتيح Keyboard إلى إشارات ثنائية وهناك ثلاثة أنواع من المشفرات :

١ - مشفرات ثمانية Octal Encoders .

٢ - مشفرات عشرية Decimal Encoders

٣ - مشفرات سداسية عشر Hexadecimal Encoders

والشكل (١ - ٥٥) يوضح فكرة عمل الأنواع الثلاثة من المشفرات . ففى الشكل (١)

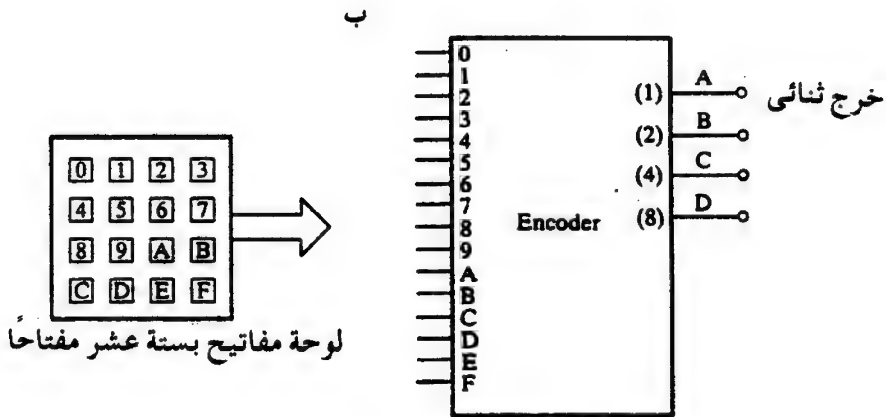
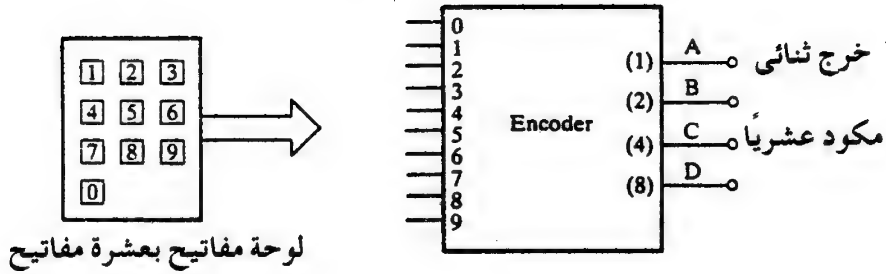
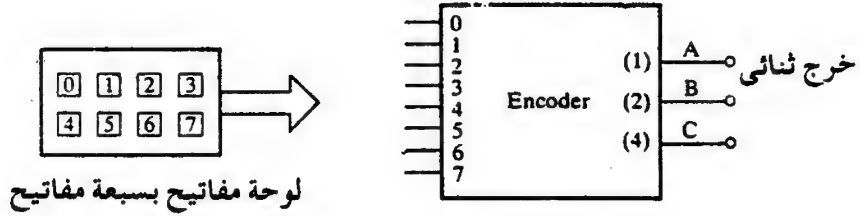
مشفر ثمانى وله ثمانية مداخل 0 : 7 متصلة مع ثمانية مفاتيح $S_0 : S_7$ وله ثلاثة مخارج A, B, C ، فعند الضغط على المفتاح S_5 مثلاً تصل إشارة عالية للمدخل 5 ، فيقوم المشفر بتحويل

العدد 5 لمكافئه الثنائي فيكون 101 ، أى تصبح حالة $B = 0, A = 1, C = 1$.
 وفى الشكل (ب) مشفر عشري له عشرة مداخل 0 : 9 متصلة بعشرة مفاتيح $S_0 : S_9$ وله
 أربعة مخارج A, B, C, D فعند الضغط على المفتاح S_8 مثلاً تصل إشارة عالية للمدخل 8
 فيقوم المشفر بتحويل العدد 8 لمكافئه الثنائي فيكون 0001 أى تصبح حالة

$$A = 0, \quad B = 0, \quad C = 0, \quad D = 1$$

وفى الشكل (ج) مشفر سداسى عشر وله ستة عشر مدخلاً $F : 0$ متصلة مع ستة عشر
 مفتاحاً $S_F : S_0$ ، وللمشفر أربعة مخارج وهى : A - D . وعند الضغط على الضاغط S_E
 مثلاً تصل إشارة عالية للمدخل E ، ويقوم المشفر بتحويل العدد السداسى عشر E لمكافئه
 الثنائى ، والذي يساوى 0111 وتصبح حالة

$$A = 0, \quad B = 1, \quad C = 1, \quad D = 1$$



الشكل (١ - ٥٥)

١ / ٩ / ١ - الدوائر المتكاملة للمشفرات :

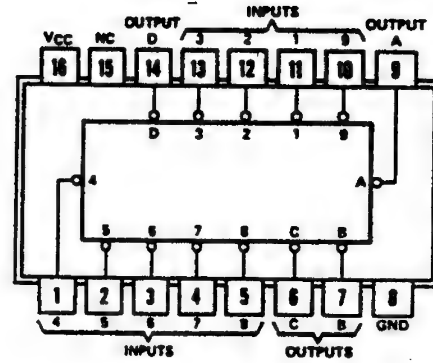
سنناول في هذه الفقرة الدائرة المتكاملة 74147 ، والتي تعمل كمشفرة عشرى كمثال للدوائر المتكاملة للمشفرات .

والشكل (١ - ٥٦) يعرض المسقط الأفقى للدائرة المتكاملة 74147 وكذلك جدول الوظيفة الخاص بها .

SN54147, SN74147
FUNCTION TABLE

INPUTS									OUTPUTS			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	D	C	B	A
H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
X	X	X	X	X	X	X	X	L	L	H	H	L
X	X	X	X	X	X	X	L	H	L	H	H	H
X	X	X	X	X	X	L	H	H	H	L	L	L
X	X	X	X	X	L	H	H	H	H	L	L	H
X	X	X	X	L	H	H	H	H	H	L	H	L
X	X	X	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H
X	X	L	H	H	H	H	H	H	H	H	L	L
X	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H
L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L

H = high logic level, L = low logic level, X = irrelevant



الشكل (١ - ٥٦)

التعريف بأرجل الدائرة المتكاملة 74147 :

- A - D مخارج المشفر (منخفضة عندما تكون فعالة)
1 - 9 مداخل المشفر (فعالة عندما تكون منخفضة)

نظرية تشغيل الدائرة المتكاملة 74147 :

نظراً لأن جميع مداخل ومخارج هذه الدائرة المتكاملة معكوسة ، لذلك فإن محتويات جدول الوظيفة هو عكس ما استعرضناه سالفاً عن المشفرات العشرية ، ويلاحظ غياب المدخل 0 مع ملاحظة أنه في حالة عدم وجود أى مدخل فعال (حالته منخفضة) هذا يعنى أن خرج المشفر يكون معكوس الصفر .

والشكل (١ - ٥٧) يبين طريقة استخدام الدائرة المتكاملة 74147 كمشفر عشري .

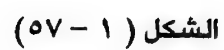
حيث إن :

$I_0 - I_9$ هي المداخل المعكوسة للمشفر العشري ، وكذلك فإن $A_0 - A_3$ هي المخارج المعكوسة للمشفر العشري .

فعند الضغط على الضابط 7 مثلاً فإن حالة مخارج المشفر العشري سيكون كالآتي :

$$A = L \quad B = L \quad C = L \quad D = L$$

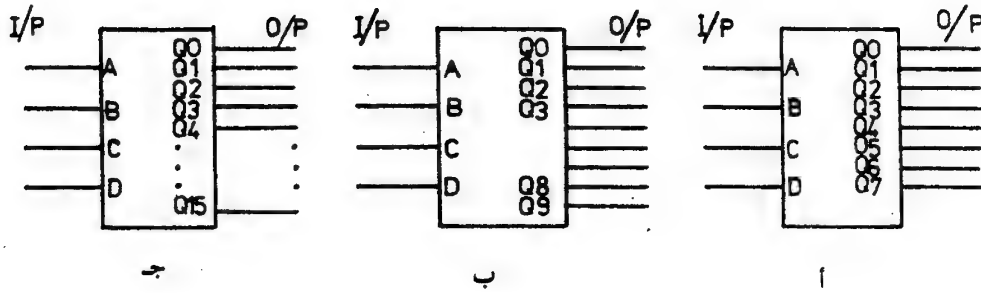
وهذا موضح من جدول الوظيفة الخاص بهذا المشفر والمبين بالشكل (١ - ٥٩) .



تنقسم مفسرات الشفرة Decoders إلى :

١ - موزعات Demultiplexer / Decoder

وهي تقوم بتحويل بيانات الدخل الثنائية إلى خرج ثمانى أو عشرى أو سداسى عشر كما هو مبين بالشكل (١ - ٥٨) .



الشكل (١ - ٥٨)

فالشكل (١) لموزع فى خط من ثمانية . والشكل (ب) لموزع فى خط من عشرة ،
والشكل (ج) لموزع فى خط من ستة عشر .

فإذا كان حالة المداخل A, B, C لموزع فى خط من ثمانية هي :

$$A = 0, \quad B = 1, \quad C = 1$$

والتي تكافئ العدد العشرى Z

$$Z = 0 \times 2^0 + 1 \times 2^1 + 2 \times 2^2 = 5$$

فإن حالة المخرج Q_5 تصبح مساوية 1 .

٢ - مشغلات وحدات العرض الرقمية Display Decoders / Drivers :

وهي تقوم بتحويل العدد العشرى المكود ثنائيا BCD لشفرة تشغيل وحدة عرض رقمية بسبع شرائح 7 - Segment display ، ويكون عدد مخارج وحدة العرض الرقمية سبعة مخارج وهي : a , b, c, d, e, f, g .

ولمزيد من التفاصيل عن وحدات العرض الرقمية ذات السبع شرائح ارجع للفقرة

(١-٨-٢) .

وهناك نوعان من مشغلات وحدات العرض الرقمية – وهما :

أ – مشغلات وحدة عرض رقمية بمهبط مشترك Common Cathode .

ب – مشغلات وحدات عرض رقمية بمصعد مشترك Common Anode .

١ / ١٠ / ١ – الدوائر المتكاملة لمفسرات الشفرة Decoders :

١ – الدوائر المتكاملة للموزعات Demultiplexers :

توجد عدة دوائر متكاملة عائلة TTL سلسلة 74... للموزعات مثل :

أ – موزعات فى خط من ثمانية مثل :

74259, 7445, 7442, 74138, 74145

ب – موزعات فى خط من عشرة مثل :

7445, 7442, 7443, 7444, 74145

ج – موزعات فى خط من ستة عشر مثل : 74154

د – موزعات فى خط من أربعة مزدوجة مثل :

74139, 74155, 74156

٢ – الدوائر المتكاملة لمشغلات وحدات العرض الرقمية مثل :

أ – مشغلات وحدات عرض رقمية ذات المخارج المعكوسة مثل :

7446, 7447, 74247, 74347, 7447

وهى تستخدم فى تشغيل وحدات العرض ذات المصعد المشترك .

ب – مشغلات وحدات عرض رقمية ذات المخارج الغير معكوسة مثل :

7448, 7449, 74248, 74279

وهى تستخدم فى تشغيل وحدات العرض الرقمية ذات المهبط المشترك .

والجدير بالذكر أنه توجد دائرة متكاملة تنتمى لعائلة CMOS سلسلة 40... CD

لمشغل وحدة عرض رقمية تعمل كعداد عشرينى بمخارج لوحدة عرض رقمية

طراز CD 4033 .

وسوف نتناول بعض الدوائر المتكاملة للموزعات ولمشغلات وحدات العرض الرقمية

بالتفصيل للتوضيح.

أولاً : الدائرة المتكاملة لموزع في خط من ثمانية طراز 74138 :

الشكل (١ - ٥٩) يعرض المسقط الأفقي للدائرة المتكاملة 74138 (١) .

والرمز المنطقي (ب) وجدول الحقيقة (ج)

التعريف بأرجل الدائرة المتكاملة :

\bar{E}_1, \bar{E}_2

مداخل تمكين معكوسة (فعالة عندما تكون منخفضة)

E_3

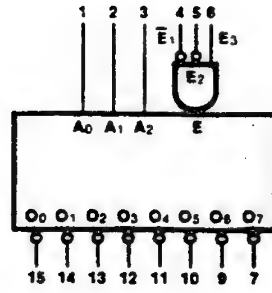
مدخل تمكين (فعال عندما تكون حالته عالية)

$A_0 - A_2$

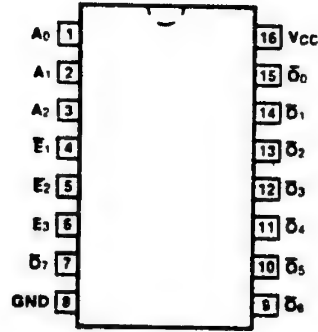
مداخل العنوان

$\bar{Q}_0 - \bar{Q}_7$

مخارج معكوسة (تكون حالتها منخفضة عندما تكون فعالة)



ب



١

TRUTH TABLE

INPUTS						OUTPUTS							
\bar{E}_1	\bar{E}_2	E_3	A_0	A_1	A_2	\bar{Q}_0	\bar{Q}_1	\bar{Q}_2	\bar{Q}_3	\bar{Q}_4	\bar{Q}_5	\bar{Q}_6	\bar{Q}_7
H	X	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
X	H	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
X	X	L	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	H	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H
L	L	H	H	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H
L	L	H	L	H	L	H	H	L	H	H	H	H	H
L	L	H	H	H	L	H	H	H	L	H	H	H	H
L	L	H	L	L	H	H	H	H	H	L	H	H	H
L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H
L	L	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H
L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L

H = HIGH Voltage Level
L = LOW Voltage Level
X = Immaterial

ج

الشكل (١ - ٥٩)

نظرية عمل الدائرة المتكاملة 74138 :

١ - عندما تكون حالة \bar{E}_1, \bar{E}_2 منخفضة وحالة E_3 عالية ، فإن حالة المخرج الذى عنوانه يكافئ العشري لبيانات مداخل العنوان $A_0 - A_2$ يكون منخفضاً .

مثال :

عندما يكون $A_0 = H, A_1 = H, A_2 = L$ فهذا يعنى أن العدد العشري المكافئ لهذا العنوان يساوى :

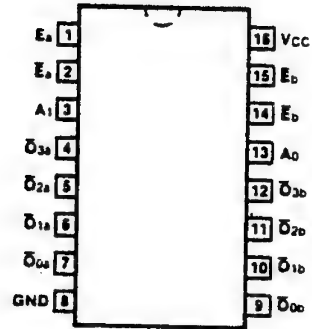
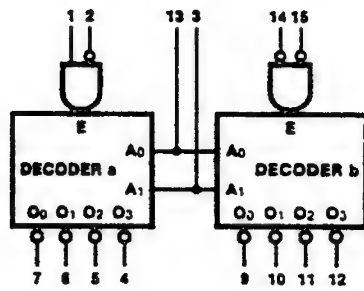
$$Z = 1 \times 1 + 1 \times 2 + 0 \times 4 = 3$$

وبالتالى تصبح حالة المخرج \bar{Q}_3 منخفضة وباقي المخرج عالية .

٢ - إذا لم تكن حالة \bar{E}_1, \bar{E}_2 منخفضة وحالة E_3 عالية فإن حالة جميع المخرج تكون عالية بغض النظر عن حالة مداخل العنوان $A_0 - A_2$.

ثانياً : الدائرة المتكاملة لموزع فى خط من أربعة مزدوج طراز 74155 :

الشكل (١ - ٦٠) يعرض المسقط الأفقى للدائرة المتكاملة 74155 (١) والرمز المنطقى (ب) وجدول الحقيقة (ج) .



TRUTH TABLE

ADDRESS		ENABLE a		OUTPUT a				ENABLE b		OUTPUT b			
A ₀	A ₁	E _a	E _a -	O ₀ -	O ₁ -	O ₂ -	O ₃ -	E _b -	E _b	O ₀ -	O ₁ -	O ₂ -	O ₃ -
X	X	L	X	H	H	H	H	H	X	H	H	H	H
X	X	X	H	H	H	H	H	X	H	H	H	H	H
L	L	H	L	L	H	H	H	L	L	L	H	H	H
H	L	H	L	H	L	H	H	L	L	H	L	H	H
L	H	H	L	H	H	L	H	L	L	H	H	L	H
H	H	H	L	H	H	H	L	L	L	H	H	H	L

H = HIGH Voltage Level
L = LOW Voltage Level
X = Immaterial

الشكل (١ - ٦٠)

التعريف بأرجل الدائرة المتكاملة 74155 :

A₀ , A₁

مداخل العنوان

E_a- E_b-

مداخل تمكين (فعاله عندما تكون منخفضة)

E_a

مدخل تمكين (فعال عندما يكون عالياً)

O₀- O₃-

المخارج المعكوسة (فعالة عندما تكون منخفضة)

نظرية عمل الدائرة المتكاملة 74155 :

١ - عندما تكون حالة Ea عالية وحالة $\bar{E}a$ منخفضة فإن حالة المخرج التى تكافئ المكافئ العشري لبيانات مداخل العنوان A_0, A_1 تكون منخفضة ، وذلك للـ **Decoder a** فمثلاً إذا كان $A_0 = H, A_1 = L$ فإن المكافئ العشري للعنوان هو 1 ، وبالتالي تصبح حالة المخرج \bar{O}_1 منخفضة .

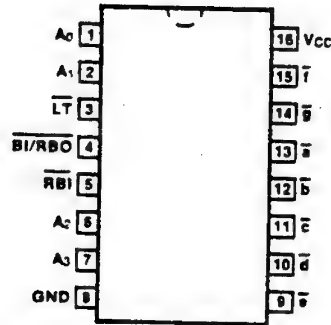
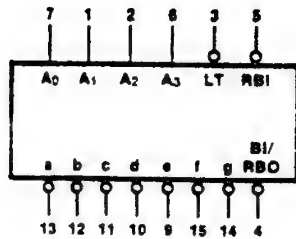
٢ - عندما تكون حالة $\bar{E}b, \bar{E}b$ منخفضة فإن حالة المخرج الذى يكافئ المكافئ العشري لبيانات مداخل العنوان A_0, A_1 تكون منخفضة وذلك بالنسبة للـ **Decoder b**. فمثلاً : إذا كانت $A_0 = L, A_1 = H$ ، فإن المكافئ العشري لهذا العنوان هو 2 ، وبالتالي تصبح حالة المخرج \bar{O}_2 منخفضة .

٣ - عندما تكون حالة المداخل $\bar{E}a, \bar{E}b$ خلاف ما ذكر بالنقطة 1 تصبح حالة جميع مخارج **Decoder a** عالية .

٤ - عندما تكون حالة المداخل $\bar{E}b, \bar{E}b$ خلاف ما ذكر بالنقطة 2 تصبح حالة جميع مخارج **Decoder b** عالية .

ثالثاً : الدائرة المتكاملة لمشغل وحدة العرض الرقمية طراز 7447 :

الشكل (١ - ٦١) المسقط الأفقى (أ) والرمز المنطقى (ب) وجدول الحقيقة (ج) للدائرة المتكاملة 7447 .



TRUTH TABLE

DECIMAL OR FUNCTION	INPUTS							OUTPUTS							NOTE
	LT	RBI	A ₃	A ₂	A ₁	A ₀	BI/RBO	a	b	c	d	e	f	g	
0	H	H	L	L	L	L	H	L	L	L	L	L	L	H	1
1	H	X	L	L	L	H	H	H	L	L	H	H	H	H	1
2	H	X	L	L	H	L	H	L	L	H	L	L	H	L	
3	H	X	L	L	H	H	H	L	L	L	L	H	H	L	
4	H	X	L	H	L	L	H	H	L	L	H	H	L	L	
5	H	X	L	H	L	H	H	L	H	L	L	H	L	L	
6	H	X	L	H	H	L	H	H	H	L	L	L	L	L	
7	H	X	L	H	H	H	H	L	L	L	H	H	H	H	
8	H	X	H	L	L	L	H	L	L	L	L	L	L	L	
9	H	X	H	L	L	H	H	L	L	L	H	H	L	L	
10	H	X	H	L	H	L	H	H	H	H	L	L	H	L	
11	H	X	H	L	H	H	H	H	H	L	L	H	H	L	
12	H	X	H	H	L	L	H	H	L	H	H	H	L	L	
13	H	X	H	H	L	H	H	L	H	H	L	H	L	L	
14	H	X	H	H	H	L	H	H	H	H	L	L	L	L	
15	H	X	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	
RBI	X	X	X	X	X	X	L	H	H	H	H	H	H	H	2
RBO	H	L	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	3
LT	L	X	X	X	X	X	H	L	L	L	L	L	L	L	4

NOTES:

- 1) BI/RBO is wire-AND light serving as blanking input (BI) and/or ripple-blanking output (RBO). The blanking out (BI) must be open or held at a HIGH level when output functions 0 through 15 are desired, and ripple-blanking input (RBI) must be open or at a HIGH level if blanking or a decimal 0 is not desired. X = input may be HIGH or LOW.
- 2) When a LOW level is applied to the blanking input (forced condition) all segment outputs go to a HIGH level regardless of the state of any other input condition.
- 3) When ripple-blanking input (RBI) and inputs A₃, A₂, A₁, and A₀ are LOW level, with the lamp test input at HIGH level, all segment outputs go to a HIGH level and the ripple-blanking output (RBO) goes to a LOW level (response condition).
- 4) When the blanking input/ripple-blanking output (BI/RBO) is open or held at a HIGH level, and a LOW level is applied to lamp test input, all segment outputs go to a LOW level.

الشكل (١ - ٦١)

التعريف بأرجل الدائرة المتكاملة 7447 :

A₀ - A₃

RBI

مداخل BCD

مدخل الإطفاء المتموج

\overline{LT} مدخل اختبار اللمبات (فعال عندما يكون منخفضاً)

$\overline{BI} / \overline{RBO}$ مدخل الإطفاء / مخرج الإطفاء المتزوج (فعال عندما يكون منخفضاً)

$\overline{a} - \overline{g}$ المخارج التي توصل بوحدة العرض الرقمية (منخفضة عندما تكون فعالة)

نظرية عمل الدائرة المتكاملة 7447 :

١ - عندما تكون حالة \overline{LT} , \overline{RBI} , \overline{BI} عالية فإن الدائرة المتكاملة ستقوم بتحويل أى عدد

عشرى مكود ثنائياً BCD يدخل على المداخل $A_0 - A_3$ إلى ما يؤدي إلى ظهور العدد

العشرى المكافئ على وحدة العرض السباعية Seven segment display عدا أنه

إذا زاد العدد العشري المكود ثنائياً عن 9 فإنه يظهر رمز معين مع كل رقم ،

والشكل (١ - ٦٢) يوضح ذلك .

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

الشكل (١ - ٦٢)

٢ - يمكن إطفاء وحدة العرض الرقمية وذلك بالمحافظة على حالة \overline{RBI} منخفضة وحالة \overline{LT} عالية .

٣ - يمكن إضاءة جميع الشرائح السبعة لوحدة العرض الرقمية للاختبار ، وذلك بالمحافظة على حالة \overline{LT} منخفضة .

٤ - يمكن التحكم في شدة إضاءة وحدة العرض الرقمية بتغيير حالة المدخل \overline{BI} بين منخفض وعالٍ بسرعة ، ومع تغير النسبة بين زمن بقاء الموجة المربعة عالياً إلى زمن بقاء الموجة المربعة منخفضاً تتغير شدة الإضاءة .

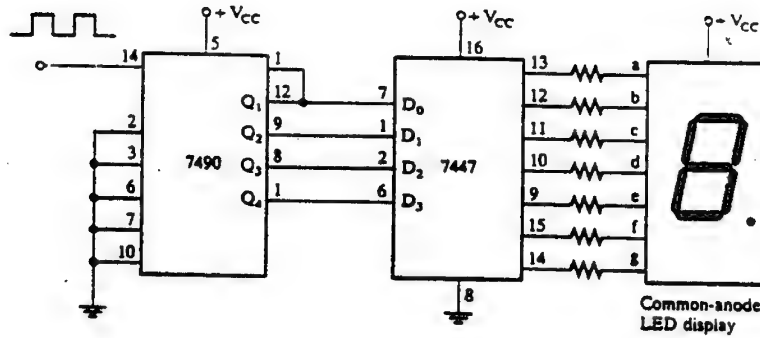
٥ - عندما تكون حالة جميع المداخل $A_0 - A_3$ منخفضة وحالة \overline{LT} عالية وحالة \overline{RBI} منخفضة يصبح حالة $\overline{a} - \overline{g}$ عالية، وتستخدم هذه الخاصية عند استخدام أكثر من

مشغل وحدة عرض لعرض عدد يتكون من أكثر من خانة مثل خانة للآحاد وأخرى للعشرات ، وأخرى للمئات ، فعندما يكون العدد الخارج لوحدات العرض 012 مثلاً ، فهذه الخاصية يمكن منع ظهور الصفر الأيسر ويصبح العدد الظاهر هو 12 .

٢ / ١٠ / ١ - تطبيق عملي (عداد النبضات اللا مستقر من (0 - 9) :

الشكل (١ - ٦٣) يعرض دائرة بسيطة لعداد نبضات لا مستقر ، حيث يستخدم فيها عداد عشري طراز 7490 والذي يتكون من عدادين أحدهما بمخرج واحد Q_1 والآخر بثلاثة مخارج Q_2 , Q_3 , Q_4 ، وحتى يعمل العداد كعداد رباعي (بأربعة مخارج) يتم إدخال النبضات على مدخل نبضات العداد الأول (الرجل 14) ، ويتم توصيل المخرج Q_1 (الرجل 12) بمدخل نبضات العداد الثاني (الرجل 1) .

ويتم توصيل الأرجل 1, 2, 6, 7, 10 بالأرضى وتوصيل الرجل 5 بالجهد V_{CC} وذلك لتهيئة العداد لعد النبضات الداخلة على مدخل نبضات العداد الأول (الرجل 14) .



الشكل (١ - ٦٣)

وعند وصول نبضات للمدخل 14 للعداد 7490 يقوم العداد بعد هذه النبضات ليخرج عدد هذه النبضات في صورة ثنائية على مخارج العداد $Q_1 - Q_4$ ، ويقوم مشغل وحدة العرض الرقمية ذات المصعد المشترك (الدائرة المتكاملة 7447) بتحويل الشفرة الثنائية إلى شفرة وحدة العرض الرقمية ، والجدير بالذكر أن المخارج السبعة g - a لمشغل وحدة العرض الرقمية توصل بالمداخل السبعة g - a لوحدة العرض الرقمية من خلال مقاومة لتحديد التيار وعادة قيمة هذه المقاومة تساوى : 330Ω

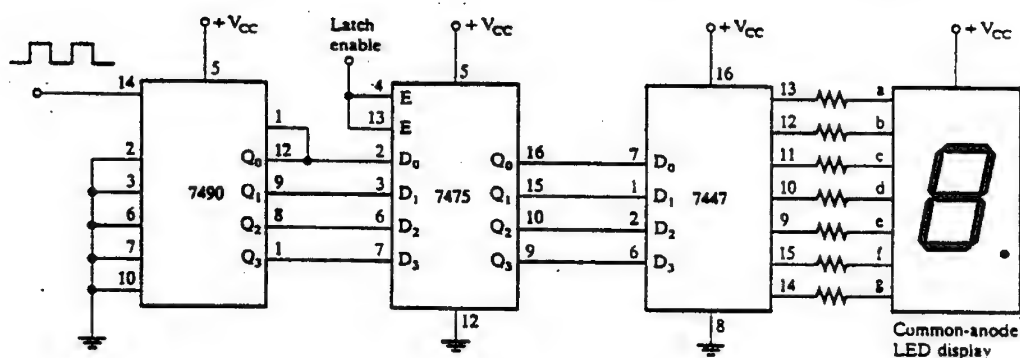
ويظهر في وحدة العرض الرقمية الأرقام من 0 - 9 ، ولقد سمي هذا العداد بعدد نبضات لا مستقر ، لأن الرقم المعروض على وحدة العرض الرقمية يتغير كلما وصلت نبضة مدخل العداد ، فإذا وصلت نبضات متلاحقة للعداد فإن هذا الرقم سيتغير بسرعة وهذا يسبب مضايقة المشاهد .

٣ / ١٠ / ١ - تطبيق عملي (عداد النبضات المستقر من 0 - 9) :

الشكل (١ - ٦٤) يعرض دائرة بسيطة لعداد نبضات مستقر ، وهذه الدائرة لا تختلف عن دائرة عداد النبضات الا مستقر إلا في إضافة دائرة الإمساك 7475 ، والتي توضع بين الدائرة المتكاملة للعداد العشري 7490 ، ودائرة مشغل وحدة الرقمية ذات المصعد المشترك 7447 .

والغرض من دائرة الإمساك هو منع حدوث تغير سريع في الرقم المعروض على وحدة العرض الرقمية لمنع مضايقة المشاهد ، حيث تقوم دائرة الإمساك بتثبيت حالة مخارج إلى أن تصل نبضة عالية لمداخل التمكين Latch enable (الأرجل 4,13) فتنتقل الحالة اللحظية للمداخل $D_0 - D_3$ للمخارج $Q_0 - Q_3$ ويمكن استخدام دائرة مذبذب بطيء جداً للحصول على نبضات مداخل التمكين لدائرة الإمساك .

وبذلك فإن العدد المعروض على وحدة العرض الرقمية لن يتغير حين وصول نبضة عالية من مذبذب التمكين إلى مداخل التمكين .



الشكل (١ - ٦٤)

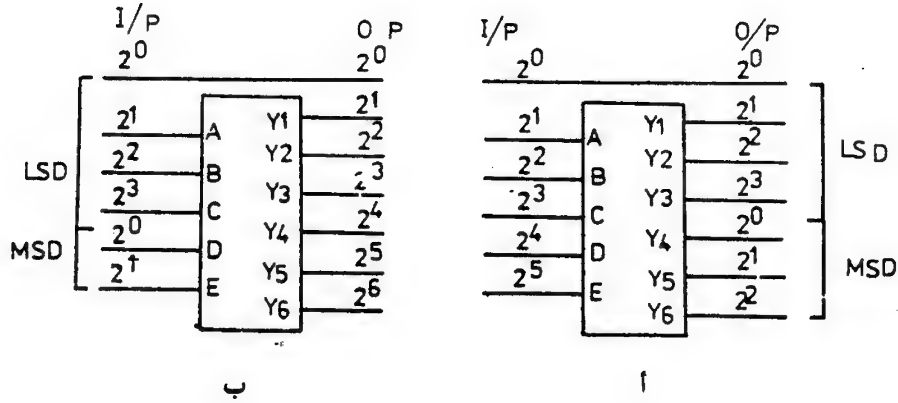
١١/١ - مغيرات الشفرة Code converters :

تنقسم مغيرات الشفرة إلى نوعين :

١ - مغيرات شفرة ثنائية إلى ثنائية مكدودة عشرياً BCD .

٢ - مغيرات شفرة ثنائية مكدودة عشرياً إلى ثنائية .

والشكل (١ - ٦٥) يعرض هذين النوعين .



الشكل (١ - ٦٥)

ففى الشكل (١) مغير شفرة من ثنائى إلى BCD ، ويلاحظ أنه يضاف خط خارجى يمثل مدخلاً ومخرجاً فى آن واحد وفى الشكل (ب) مغير شفرة من BCD لثنائى ، ويلاحظ أنه يضاف خط خارجى يمثل مدخلاً ومخرجاً إضافياً لمغير الشفرة ، والجدير بالذكر أن LSD تعنى الخانة الاقل رتبة (الآحاد) أما MSD تعنى الخانة الاعلى رتبة (العشرات) .

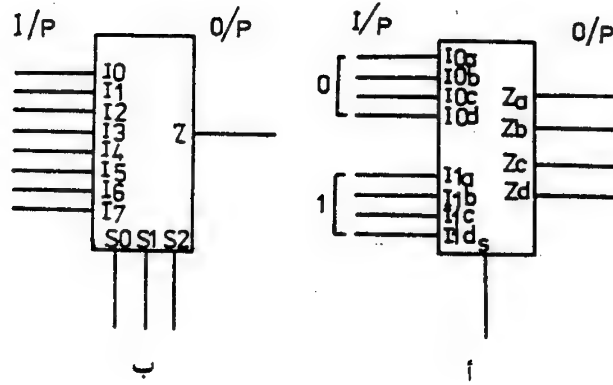
ويوجد دائرتان متكاملتان تحت عائلة TTL سبلسلة 74.... الاولى طراز 74185 وتقوم بتغيير الشفرة الثنائية إلى BCD، والثانية طراز 74184 وتقوم بتغيير الشفرة BCD إلى ثنائية .

١٢/١ - المجمعات (MUX) Multiplexer :

تحتوى MUX على مجموعة من قنوات الدخل ، وقناة واحدة للخروج ، ومدخل للعنوان، وتحتوى كل قناة على خط واحد أو مجموعة من الخطوط ، ولكل قناة دخل عنوان محدد

بحيث تقوم MUX بنقل بيانات قناة الدخل التى عنوانها يطابق العنوان الداخلى من مداخل العنوان إلى قناة الخارج .

والشكل (١ - ٦٦) يعرض نوعين مختلفين من MUX .



الشكل (١ - ٦٦)

فالشكل (١) يعرض MUX بقناتى دخل القناة الأولى (Ioa - Iod) والقناة الثانية (Ila - Ild) وقناة خرج (Za - Zd) ومدخل عنوان S، فعندما تكون حالة مدخل العنوان 0 تنتقل حالة قناة الدخل (Ioa - Iod) إلى قناة الخارج . وعندما تكون حالة مدخل العنوان 1 تنتقل حالة قناة الدخل (Ila - Ild) إلى قناة الخارج . والشكل (ب) يعرض MUX بثمانية خطوط دخل (I0 - I7) ، وخط خرج واحد Z وله ثلاثة مداخل عنوان (S0 - S2) حيث تنتقل حالة المدخل الذى رقمه يكافئ المكافئ العشري للعنوان المدخل من مداخل العنوان (S0 - S2) إلى الخارج . فمثلاً إذا كان :

$$S_0 = L, S_1 = H, S_2 = H$$

$$Z = 0 \times 2^0 + 1 \times 2^1 + 2 \times 2^2 = 6$$

فإن المكافئ العشري لهذا العنوان هو 6 وبالتالي ينتقل حالة المدخل I6 إلى المخرج Z وهكذا .

ويمكن تقسيم الدوائر المتكاملة للمجموعات إلى :

١ - دوائر متكاملة TTL سلسلة 74..... لمجموعات من 8 خطوط لخط واحد مثل :

74251 , 74152 , 74151 , 74357 , 74356 , 74355 , 7435

٢ - دوائر متكاملة عائلة TTL سلسلة 74..... لمجموعات من 16 خطاً لخط واحد مثل :

74851 , 74850 , 74150 , 74250

٣ - دوائر متكاملة عائلة TTL سلسلة 74... لمجموعات من 2 قناة لقناة واحدة مثل :

74298 , 74157 , 74158 , 74258 , 74257

٤ - دوائر متكاملة عائلة TTL سلسلة 74..... لمجموعات من 4 قناة لقناة واحدة مثل :

74353 , 74352 , 74153

١٣ / ١ - الذاكرات Memories :

وهي أداة تقوم بتخزين المعطيات أو المعلومات والتعليمات التي يتطلبها جهاز الكتروني كالحاسب أو الميكروبرسيور ، بشفرة ثنائية .

وهناك نوعان من الذاكرات وهما :

١ - الذاكرات الابتدائية Primary Memories وتصنع من أشباه الموصلات وتنقسم

بدورها إلى :

أ - ذاكرات قراءة وكتابة Read/write ، وهذه الذاكرات تفقد محتوياتها مثل

. RAM

ب - ذاكرات القراءة فقط Read / only ، وهذه الذاكرات تتميز بأنها لا يمكن أن

تفقد محتوياتها مثل : ROM, EEPROM, PROM, EPROM

٢ - الذاكرات الثانوية Secondary Memories مثل الذاكرات المغناطيسية Magnetic

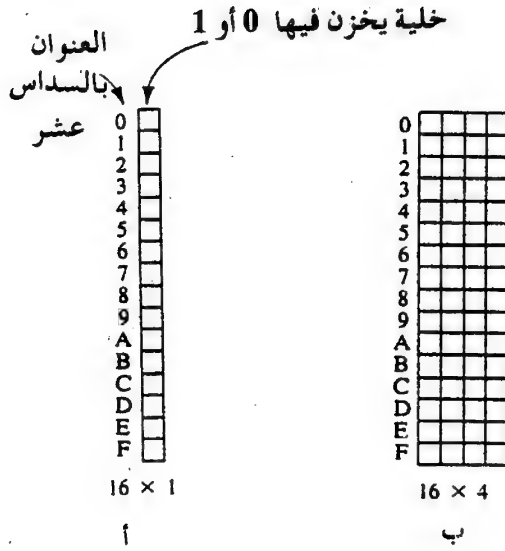
المستخدمة مع أجهزة الكمبيوتر كالأقراص المرنة والقرص الصلب وشرائط

التسجيل... إلخ .

وسنكتفى في هذا الكتاب بإلقاء الضوء على الذاكرات الابتدائية ، حيث تخزن البيانات

في الذاكرات المصنوعة من أشباه الموصلات في صفوف كل منها يتألف من خلية واحدة ، أو

أربع أو 16 خلية ، ويخصص لكل صف عنوان .

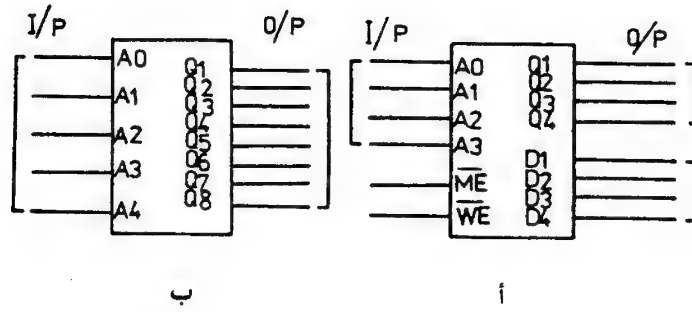


الشكل (١ - ٦٧)

ففى ذاكرات RAM يمكن
الوصول إلى أى موقع بطريقة عشوائية
، وبالتالى يمكن قراءة محتويات RAM بدون ترتيب ، فليس من الضرورى البدء بقراءة
الكلمة الاولى وصولاً للكلمة المطلوب قراءتها . وقراءة كلمة لا تمحوها من الذاكرة ، كما أنه
يمكن كتابة كلمة جديدة فى أى عنوان بطريقة عشوائية (بدون ترتيب) ، ويقال عن
الذاكرة RAM أيضاً طيارة Volatile لأنها تفقد محتوياتها بمجرد انقطاع المصدر الكهربى
عنها .

والشكل (١ - ٦٨) يبين نموذجاً لذاكرة تخزين RAM, EPROM, EEPROM

(الشكل ١) وذاكرة تخزين PROM (الشكل ب).



الشكل (١ - ٦٨)

تعريف بأطراف الذاكرة RAM, EPROM, EEPROM :

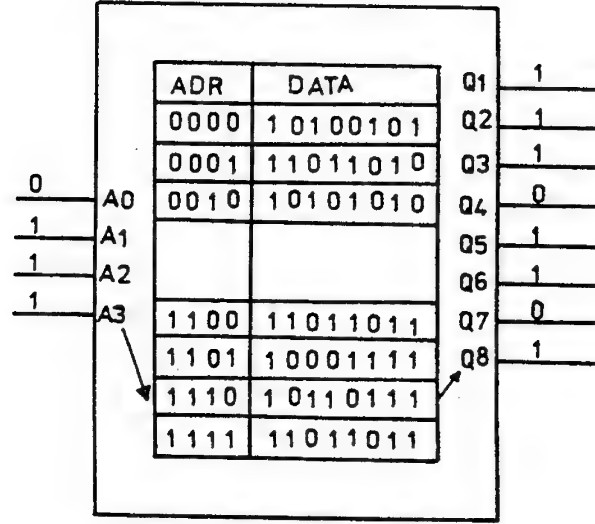
$A_0 - A_3$	مدخل العنوان
$Q_1 - Q_4$	مخرج الذاكرة
$D_1 - D_4$	مدخل البيانات
\overline{ME}	مدخل التمكين (اختيار الوظيفة)
\overline{WE}	مدخل القراءة والكتابة

فيمكن كتابة أى بيانات مدخلة من المداخل $D_1 - D_4$ فى الذاكرة عندما تكون حالة $\overline{ME}, \overline{WE}$ منخفضة ، ويمكن قراءة أى بيانات مخزنة فى الذاكرة من المخرج $Q_1 - Q_4$ عندما تكون حالة \overline{ME} منخفضة وحالة \overline{WE} عالية .

التعريف بأطراف الذاكرة PROM :

$A_0 - A_4$	مدخل العنوان
$Q_1 - Q_8$	مخرج الذاكرة

والشكل (١ - ٦٩) يوضح كيفية قراءة كلمة مخزنة فى الذاكرة PROM (أى نقل محتوياتها للمخرج) ، وذلك بتحديد عنوانها من مداخل العنوان .



الشكل (١ - ٦٩)

١ / ١٣ / ١ - الدوائر المتكاملة للذاكرات :

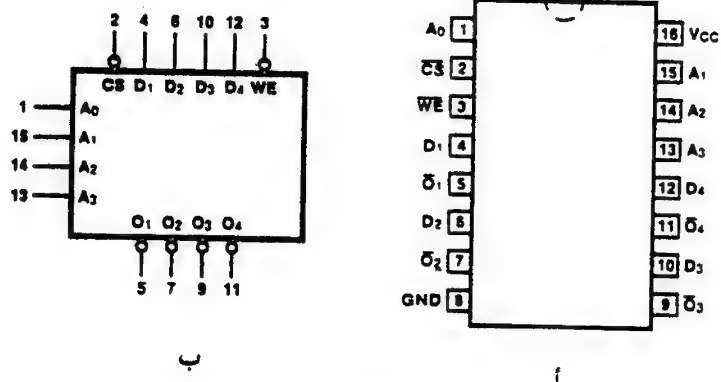
أولاً : الدوائر المتكاملة للذاكرات RAM :

سنستعرض الدائرة المتكاملة 7489 والتي تصل سعتها إلى (64 bit) منظمة على النحو

التالي : 4 x 16 أى 16 صفاً وأربعة أعمدة .

والشكل (١ - ٧٠) يعرض المسقط الأفقى للدائرة المتكاملة RAM طراز 7489 ، وكذلك

الرمز المنطقي وجدول الوظيفة .



INPUTS		OPERATION	CONDITION OF OUTPUTS
\overline{CS}	\overline{WE}		
L	L	Write	Complement of Data Inputs
L	H	Read	Complement of Selected Word
H	L	Inhibit Entry	Undetermined
H	H	Hold	(Off) HIGH

H = HIGH Voltage Level
L = LOW Voltage Level

الشكل (١ - ٧٠)

التعريف بأرجل الدائرة المتكاملة 7489 :

- $A_0 - A_3$ مداخل العنوان
- \overline{CS} مدخل تمكين القراءة ، ويكون فعالاً عندما تكون حالته منخفضة
- \overline{WE} مدخل تمكين القراءة ، ويكون فعالاً عندما تكون حالته منخفضة
- $D_1 - D_4$ مداخل البيانات
- $\overline{O_1} - \overline{O_4}$ مخارج البيانات المعكوسة

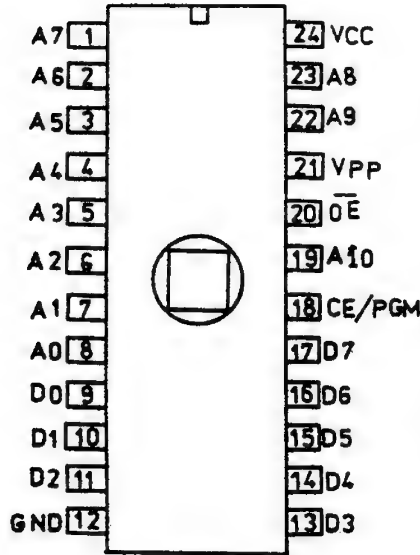
نظرية عمل الدائرة المتكاملة 7489 :

- ١ - يمكن كتابة أى بيانات مدخلة من المداخل $D_1 - D_4$ ، وذلك عندما تكون حالة \overline{CS} منخفضة و \overline{WE} منخفضة وستكون حالة المخارج $\overline{O_1} - \overline{O_4}$ هى معكوس حالة المداخل المقابلة .
- ٢ - يمكن قراءة أى بيانات مخزنة فى RAM ، وذلك بالمحافظة على حالة \overline{CS} ، \overline{WE} منخفضة

منخفضة ، وتكون حالة مخارج الدائرة المتكاملة $\overline{O}_1 - \overline{O}_4$ هي معكوس حالة الكلمة المخزنة داخل RAM .

٣ - يمكن المحافظة على حالة الكلمات المخزنة داخل RAM ، وذلك بجعل حالة \overline{CS} , \overline{WE} عالية .

٤ - عندما تكون حالة \overline{CS} عالية وحالة \overline{WE} منخفضة ، فإن حالة المخارج $\overline{O}_1 - \overline{O}_4$ تكون غير محددة .



ثانياً: الدوائر المتكاملة للذاكرات EPROM :

سنستعرض الدائرة المتكاملة 2716 وهي ذاكرة EPROM تبلغ سعتها 2KB منظمة على النحو التالي : (256 X 8) أى : 256 صفاً وثمانية أعمدة . والشكل (١ - ٧) يبين المسقط الأفقى لهذه الذاكرة .

والجدير بالذكر أنه يوجد شبك صغير من الزجاج فى منتصف الدائرة المتكاملة ، ويستخدم هذا الشبك فى مسح هذه الذاكرات ، وذلك بتعريضه لأشعة فوق بنفسجية تصدر من لمبة أشعة فوق بنفسجية على مسافة 10- 40 min Cm لفترة زمنية تتراوح ما بين (10- 40 min) ، وهذه الفترة تعتمد على مواصفات المصنعين .

التعريف بأرجل الدائرة المتكاملة 2716 :

$D_0 - D_7$	مخارج الذاكرة
$A_0 - A_{10}$	مداخل العنوان
\overline{CE} / PGM	مدخل تمكين الدائرة المتكاملة
\overline{OE}	مدخل تمكين المخارج
V_{PP}	مدخل جهد البرمجة
V_{CC}	مدخل الجهد الموجب
GND	مدخل الأرض

الشكل (١ - ٧)

والجدول (١ - ٦) يبين الحالات المختلفة لتشغيل ذاكرة EPROM طراز 2716 حيث إن :

V_{IL}	جهد دخل منخفض
V_{IH}	جهد دخل مرتفع
X	جهد مرتفع أو منخفض
Dout	خروج البيانات المخزنة على الخارج
D _{IN}	تخزين البيانات الداخلة

الجدول (١ - ٦)

الرجل الحالة	\overline{CE} / PGM	\overline{OE}	V_{PP}	V_{CC}	$Q_0 - Q_7$
قراءة	V_{IL}	V_{IL}	+ 5V	+ 5 V	Dout
برمجة	نبضة V_{IL} أو نبضة V_{IH}	V_{IH}	+ 25 V	+ 5 V	D _{IN}
فحص البرنامج	V_{IL}	V_{IL}	+ 25V	+ 5 V	Dout

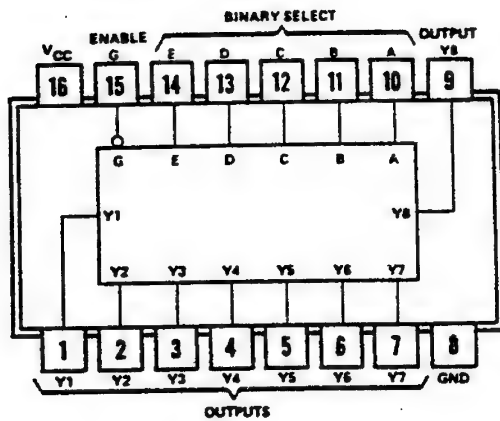
الدوائر المتكاملة للذاكرات PROM :

سنستعرض في هذه الفقرة الدائرة المتكاملة 74188 وهي ذاكرة PROM تبلغ سعتها 256 bit منظمة على الشكل التالي : 32 x 8 .

والشكل (١ - ٧٢) يعرض المسقط الأفقي لهذه الدائرة المتكاملة .

التعريف بأرجل الدائرة المتكاملة :

$Y_1 - Y_8$	مخارج الذاكرة
A - E	مداخل العنوان
G	مدخل التمكين (فعال عند الحالة المنخفضة)
V_{CC}	مدخل الجهد الموجب



الشكل (١ - ٧٢)

مدخل الأرضي GND

وقبل برمجة الذاكرة PROM طراز 74188 تكون حالة جميع خلايا الذاكرة منخفضة ، وهناك عدة خطوات متبعة لبرمجة ذاكرة PROM وهي كالآتي :

١ - وصل جهد 5v + للرجل Vcc

وادخل عنوان الكلمة المطلوب

إدخالها على مداخل العنوان A - E .

٢ - وصل جهد منطقي عال لمدخل التمكين G أى 5v + .

٣ - افصل جميع المخارج عدا المخرج المطلوب جعل حالته عالية .

٤ - ارفع جهد الرجل Vcc إلى 10v + ، وفى نفس الوقت اجعل جهد مدخل التمكين G

منخفضاً علماً بأن مصدر القدرة يجب أن يكون قادراً على إمداد تيار مقداره

100mA ، عند جهد 10V ، وبعد مرور 1S تقريباً أعد جهد مدخل التمكين للحالة

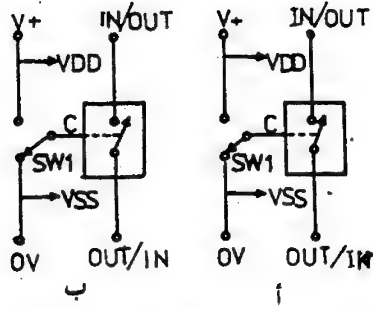
المنطقية العالية ، وكذلك جهد الرجل Vcc إلى 5V + .

٥ - كرر الخطوة 4, 3, 2 لكل المخارج المطلوب جعل حالتها عالية لكل عنوان ، فمثلاً : إذا

كانت الكلمة المطلوب إدخالها على العنوان المختار هي : 11010010 فيجب أن

تكرر الخطوات 4, 3, 2 للمخرج Y₂, Y₅, Y₇, Y₈ لإدخال هذه الكلمة .

١٤ / ١ - المفتاح الثنائي الاتجاه CMOS :



الشكل (١-٧٣)

يستخدم هذا المفتاح لتوصيل أو قطع الإشارات الرقمية أو الإشارات التناظرية ، ولهذا المفتاح طرفان كل طرف يمكن أن يكون مدخلاً أو مخرجاً للتيار ، لذلك سمي بمفتاح ثنائي الاتجاه - CMOS Bilateral switch . والشكل (١ - ٧٣) يبين طريقة

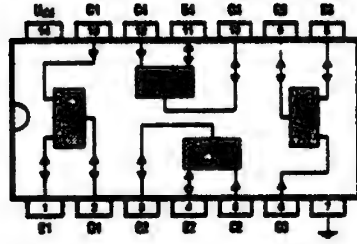
استخدام المفتاح الثنائي الاتجاه CMOS .

فالشكل (١) يبين طريقة تشغيل مفتاح CMOS ثنائي الاتجاه في وصل وقطع الإشارات التناظرية ، فعند توصيل مدخل التحكم C للمفتاح بالجهد السالب V_{SS} الموصل بالجهد V_{DD} يتحول المفتاح لحالة القطع ، وعند توصيل مدخل التحكم C بالجهد الموجب V_{DD} الموصل بالجهد V_{SS} يتحول المفتاح لحالة الوصل ، ويجب ألا يتعدى التغير في جهد الإشارة الرقمية أقصى قيمة موجبة V_{DD} وأقصى قيمة سالبة V_{SS} .

والشكل (ب) يبين طريقة تشغيل مفتاح CMOS ثنائي الاتجاه في وصل وقطع الإشارات الرقمية ، فعند توصيل مدخل التحكم C للمفتاح بالأرضى 0V الموصل بالرجل V_{SS} يتحول المفتاح لحالة القطع ، في حين أنه عند توصيل مدخل التحكم C بالجهد الموجب V_{DD} الموصل بالجهد V_{SS} يتحول المفتاح لحالة الوصل ON ، وعادة فإن المفتاح CMOS ثنائي الاتجاه يسبب تشويهاً مقداره 0.5% عند استخدامه في وصل وقطع الإشارات التناظرية .

والجدير بالذكر أنه توجد بعض الدوائر المتكاملة للمفاتيح CMOS ثنائية الاتجاه مصممة للعمل على قطع ووصل الإشارات التناظرية باستخدام جهد تحكم أحادي القطبية $(+V_{DD}, 0V)$.

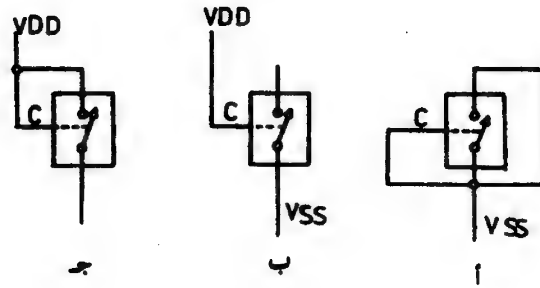
والشكل (١ - ٧٤) يعرض المسقط الأفقي للدائرة المتكاملة 4066 B والدائرة المتكاملة 4016B وكلاهما يحتوي على أربعة مفاتيح CMOS علماً بأن خطوط التحكم للأربعة مفاتيح CMOS هي C_1, C_2, C_3, C_4 .



الشكل (٧٤-١)

ويجب توصيل أى مفتاح لا يستخدم فى الدائرة المتكاملة بأحد الطرق الموضحة بالشكل

(٧٥-١) .



الشكل (٧٥-١)

١ / ١٥ - الشروط الواجب تحقيقها عند استخدام الدوائر المتكاملة عائلة TTL :

- ١ - استخدام مصدر قدرة مستمر منتظم 5V + ، وذلك للحصول على جهد مستمر موجب يتراوح ما بين 5.25V : 4.75 ، وذلك عند استخدام دوائر TTL التجارية .
- ٢ - استخدام أسلاك سميكة ، أو خطوط سميكة فى الدوائر المطبوعة لوصلات القدرة ، فيجب ألا يقل سمك خطوط القدرة فى الدوائر المطبوعة عن 0.08 بوصة أى : 2 . ملليمتر .

٣ - توصيل مكثف 100 μF مع جهد V_{CC} وأرضى المصدر عند مدخل القدرة للوحة

المطبوعة ، ويوصل مكثف سعته (0.01 - 0.1 μ F) مع خط V_{CC} والأرضى لكل دائرة.

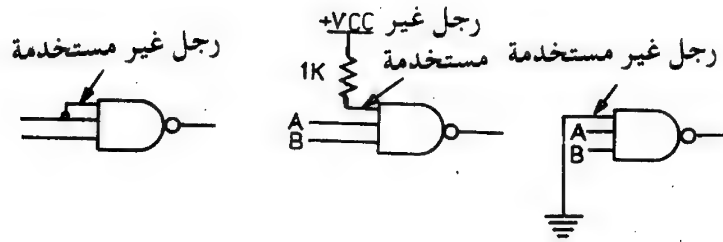
متكاملة لها خرج ذات القطب الرمزى Totem .

٤ - لا تترك مداخل البوابات غير المستخدمة عائمة Floating ، أى بدون توصيل حيث

إن أى مدخل عائم تكون حالته عالية ، ولكن يتم توصيل المداخل غير المستخدمة

بإحدى الطرق المبينة بالشكل (١ - ٧٦) حيث توصل المداخل غير المستخدمة إما

بالأرضى أو بالجهد V_{CC} . أو بتأخذ المداخل الأخرى .



الشكل (١-٧٦)

٥ - لا تنزع أى دائرة متكاملة IC نوع TTL أثناء وصول التيار الكهربى لها .

٦ - يجب ترك خطوط الخرج غير المستخدمة مفتوحة .

٧ - ينصح باستخدام كاوية لحام قدرتها 15W عند لحام هذه العناصر ، وينبغي أن يكون

طرف الكاوية رقيقاً وأن يتم اللحام بسرعة حتى لا تسبب الحرارة العالية تلف الدائرة

المتكاملة ، ومن الأفضل استخدام قاعدة تثبيت للدائرة المتكاملة حيث يتم لحامها مع

اللوحة المطبوعة ثم تركيب عليها الدائرة المتكاملة فيما بعد ، وبالتالي لا تتعرض

الدائرة المتكاملة لأى حرارة ، كما أن هذا يسهل عملية تغيير الدائرة المتكاملة عند

تلفها .

٨ - استخدام موصلات Coaxial لمخارج الدوائر المتكاملة TTL التى تحمل نفس الجهود

ويزيد طولها عن 25 سنتيمتراً .

١٦ / ١ - الشروط الواجب تحقيقها عند استخدام دوائر متكاملة عائلة CMOS :

- ١ - استخدام مصدر قدرة مستمر ومنتظم ، يتراوح جهده ما بين +18 VDC : +3 .
- ٢ - لا تنزع الدائرة المتكاملة من وعائها الذى تباع به إلا بعد الانتهاء من تثبيتها .
- ٣ - لا تترك مداخل البوابات غير المستخدمة عائمة ، ولكن توصل مع جهد المصدر الموجب V_{DD} ، أو مع أرضى المصدر ، أو مع أحد المداخل الأخرى ؛ لأنه إذا تركت أحد المداخل غير مستخدمة فإن الشحنات الإستاتيكية سوف تتجمع عندها فيختل عمل الدائرة المتكاملة .
- ٤ - لا تنزع أى دائرة متكاملة CMOS أثناء وصول التيار الكهربى .
- ٥ - يجب منع وصول إشارة لأحد مداخل الدائرة المتكاملة CMOS أثناء انقطاع مصدر القدرة .
- ٦ - ينصح باستخدام كاوية لحام منخفضة القدرة 15 W مثلاً ، ولها سن رفيع ، وتفضل أن تكون من النوع الذى يعمل بالتيار المستمر فإن لم يتوفر هذا النوع يمكن توصيل كاوية اللحام التى تعمل بالتيار المتردد ، حتى تسخن عند درجة حرارة معينة ثم تفصل ، وتبدأ اللحام ، وينصح بتأريض كاوية اللحام وأجهزة القياس وطاولة العمل للمحافظة على أن يكون جهدهم جميعاً واحداً كما يجب توصيل معصم القائم على عملية اللحام بالأرضى من خلال مقاومة $1M\Omega$.
- ٧ - بعد الانتهاء من تركيب الدائرة المتكاملة تأكد من وضعها على قاعدة تثبيتها بشكل صحيح ، وتأكد من توصيل جهد التغذية الكهربائية لهذه الدائرة بشكل صحيح .

الباب الثانى

العناصر الالكترونية المستخدمة

فى الدوائر الرقمية

العناصر الالكترونية المستخدمة فى الدوائر الرقمية

١ / ٢ - المقاومات Resistors :

تعتبر المقاومات من أهم العناصر المستخدمة فى الدوائر الرقمية ، وتصنع المقاومات من مواد مختلفة علماً بأن نوع مادة المقاومة يحدد الخواص الفنية للمقاومة .

وتنقسم المقاومات بصفة عامة إلى :

١ - مقاومات خطية Linear Resistors .

٢ - مقاومات غير خطية Non Linear Resistors .

١ / ١ / ٢ - المقاومات الخطية :

وهى المقاومات التى تخضع لقانون أوم مثل :

أ - مقاومات بنقط تفرع Tapped Resistors وهذه المقاومات تتيح فرصة الحصول على مقاومات مختلفة عند نقاط تفرعها .

ب - الريوستات Rheostat وهى مقاومة متغيرة بطرفين ، حيث تتغير المقاومة بين طرفيها بتغير وضع ذراع ضبطها .

ج - مجزئ الجهد Potentiometer ويكون له ثلاثة أطراف 1, 2, 3 بحيث إن المقاومة بين الطرفين 1, 3 تمثل المقاومة الكلية للمجزئ وهى ثابتة ولا تتغير بتغير وضع ذراع ضبط المجزئ، وتساوى مجموع المقاومة بين الطرفين 1, 2 والمقاومة بين الطرفين 2 و 3 ، وهما مقاومتان متغيرتان تتغيران تبعاً لتغير وضع ذراع ضبط المجزئ .

د - المقاومات الثابتة القيمة ، وتوجد عدة طرق لتشفير قيمة المقاومة الثابتة وهى كما يلى :

١ - طريقة التشفير الحرفية (الطريقة الإنجليزية) حيث تستخدم الأحرف التالية كمضاعفات :

$$M = 10^6 \quad k = 10^3 \quad R = 1$$

والحروف التالية لبيان التفاوت :

$$F = \pm 1\% , G = \pm 2\% , J = \pm 5\% , k = \pm 10\% , M = \pm 20\%$$

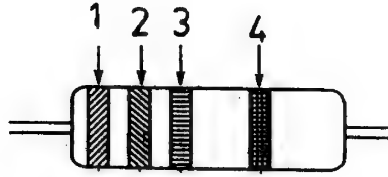
فمثلا :

المقاومة 100 Rk تعنى مقاومة $100 \Omega \pm 10\%$

والمقاومة 10 k2 G تعنى مقاومة $10.2 k\Omega \pm 2\%$

والمقاومة 1M 3k تعنى مقاومة $1.3 M\Omega \pm 10\%$

٢ - طريقة التشفير بالألوان : وتستخدم هذه الطريقة مع المقاومات الصغيرة ، والتي تتراوح قدرتها ما بين (0.25 : 2 w) ويرسم على المقاومة أربع أو خمس حلقات ملونة قريبة من أحد جانبيها ، وعادة ترقم هذه الحلقات الملونة من اليسار (الجهة القريبة من الحلقات) إلى اليمين وهذا موضح بالشكل (٢ - ١) .



الشكل (٢ - ١)

فبالنسبة للمقاومات ذات الأربع حلقات الملونة فإن :

الحلقة الأولى : تعطى الرقم الأول .

الحلقة الثانية : تعطى الرقم الثانى .

الحلقة الثالثة : تعطى المضاعف أو الجزء .

الحلقة الرابعة : تعطى التفاوت .

وبالنسبة للمقاومات ذات الخمس حلقات الملونة فإن :

الحلقة الأولى : تعطى الرقم الأول .

الحلقة الثانية : تعطى الرقم الثانى .

الحلقة الثالثة : تعطى الرقم الثالث .

الحلقة الرابعة : تعطى المضاعف أو الجزء .

الحلقة الخامسة : تعطى التفاوت .

والجدول (٢ - ١) يعطى مدلول الألوان المختلفة للحلقات المختلفة .

الجدول (٢ - ١)

اللون	أسود	بنى	أحمر	برتقالي	أصفر	أخضر	أزرق	بنفسج	رمادي	أبيض	ذهبي	فضي	بدون لون
الرقم	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	—	—	—
المضاعف أو الجزء	1	10	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6	10^7	10^8	10^9	0.1	0.01	
التفاوت كنسبة مئوية		± 1	± 2								± 5	± 10	± 15

فمثلاً : إذا كانت ألوان الحلقات الأربع لمقاومة كربونية .

الحلقة الأولى : بنى ويكافئ 1

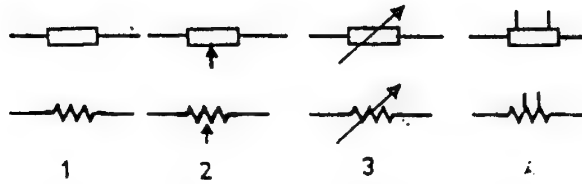
الحلقة الثانية : أسود ويكافئ 0

الحلقة الثالثة : أزرق ويكافئ 10^6

الحلقة الرابعة : ذهبي ويكافئ $\pm 5\%$

فإن قيمة المقاومة يساوى : $10 \times 10^6 \pm 5\%$ أى (10M $\pm 5\%$) .

وفيما يلى الرموز الكهربائية للمقاومات الخطية حيث إن الرمز 1 لمقاومة بنقطتين تفرع،
والرمز 2 لريوستات ، والرمز 3 لمجزئ جهد ، والرمز 4 لمقاومة ثابتة .



٢ / ١ / ٢ - المقاومات غير الخطية :

وهى مقاومات لا تخضع لقانون «أوم» ؛ لأن قيمتها تتغير تبعاً لمؤثرات خارجية مثل :

١ - المقاومة الحرارية Thermistor ، وهناك نوعان من المقاومات الحرارية وهما : المقاومة

الحرارية PTC ، وهى مقاومة تزداد قيمتها بزيادة درجة حرارتها والمقاومة الحرارية

NTC ، وهى مقاومة تقل قيمتها بزيادة درجة حرارتها .

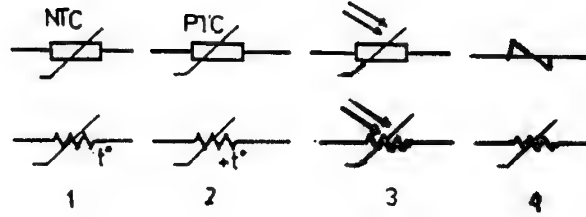
ب - المقاومة الضوئية (حساسة للضوء) LDR ، وتقل مقاومتها عند تعرضها للضوء من عدة ميجا أوم فى الظلام إلى عدة مئات من الأوم فى ضوء النهار .

ج - مقاومة معتمدة على الجهد VDR ، وتقل قيمتها بزيادة الجهد المسلط عليها .

وفيما يلى رموز هذه المقاومات ، فالرمز 1 لمقاومة حرارية ذات معامل حرارى سالب NTC .

والرمز 2 لمقاومة حرارية ذات معامل حرارى موجب PTC . والرمز 3 لمقاومة ضوئية LDR .

والرمز 4 لمقاومة معتمدة على الجهد VDR .

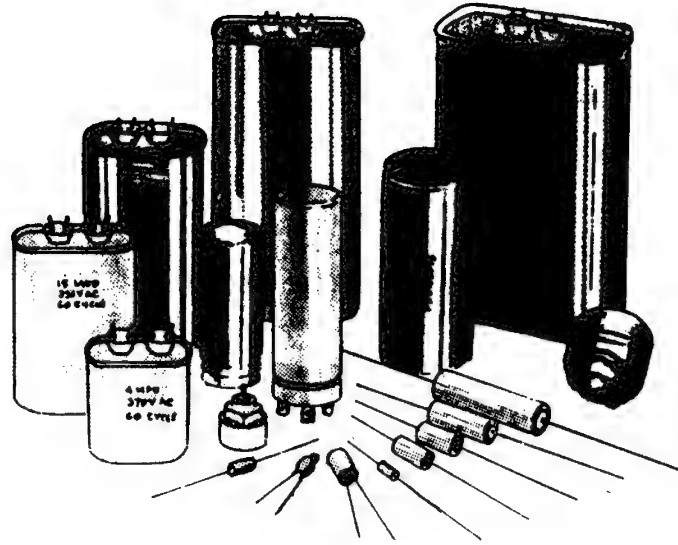


٢/٢ - المكثفات Capacitors :

يقوم المكثف بتخزين الشحنة الكهربائية أثناء تعرضه لفرق جهد بين طرفيه ، وتتوقف عملية الشحن عندما يتساوى الجهد المتشكل على أطراف المكثف مع جهد المصدر ، ويقوم المكثف بتفريغ شحنته عند انخفاض جهد المصدر عن فرق الجهد بين طرفى المكثف أو انعدامه ، ويسمى المكثف عادة تبعاً لنوع العازل المستخدم فيه مثل الورقة والميكا والسيراميك والمحاليل الكيميائية .. إلخ ، والشكل (٢ - ٢) يعرض أشكالاً مختلفة للمكثفات .

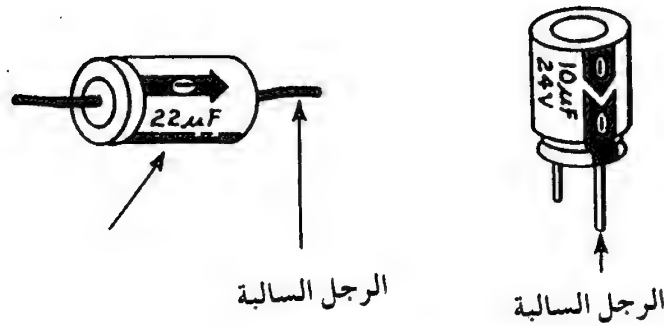
وتوجد عدة طرق لتشفير المعلومات الفنية للمكثفات تختلف باختلاف نوع المكثف ،

أهمها :



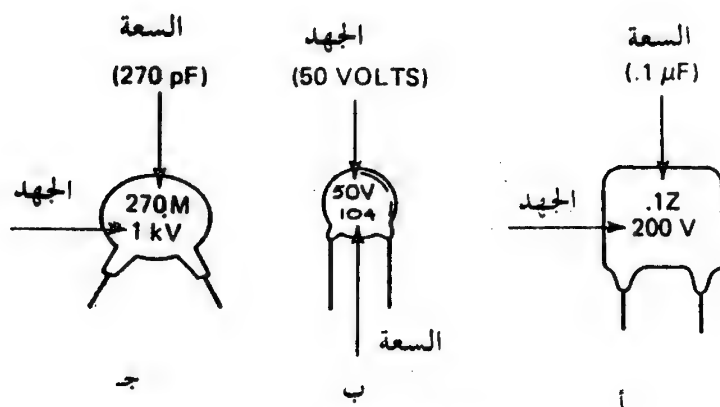
الشكل (٢ - ٢)

١ - طريقة العرض المباشر : حيث تكتب المعلومات الفنية مباشرة على الغلاف المعدني للمكثف الكيميائي ، فتكتب سعة المكثف بالميكروفاراد μF وجهد التشغيل بالقولت (V) ، وكذلك توضع قطبية أحد طرف المكثف ، سواء الطرف الموجب + أو الطرف السالب - وهذا موضح بالشكل (٢ - ٣) حيث توضع إشارة حمراء عند القطب الموجب وسوداء أو زرقاء عند القطب السالب .



الشكل (٣ - ٢)

٢ - طريقة التشفير الحرفية : وتستخدم هذه الطريقة مع المكثفات الصغيرة التى تكون على شكل قرص Disc حيث تكتب عليها السعة وجهد التشغيل بأكواد مبسطة كما بالشكل (٢ - ٤) .



الشكل (٢ - ٤)

فالسعات تكتب بأكواد حرفية، فالحرف Z يعنى ميكروفاراد μf ، والحرف M يعنى

بيكوفاراد Pf

فبالشكل (أ) مكثف سعته Z 1. أى $0.1\ \mu\text{f}$ ، وبالشكل (ج) مكثف سعته 270

M أى سعته 270 pf .

٣ - طريقة التشفير العددية : وتستخدم فيها ثلاثة أعداد ، حيث يمثل العدد الثالث أعداد

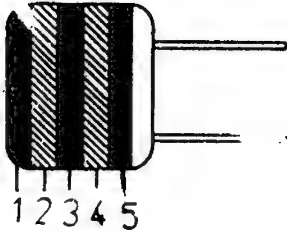
الأصفر بعد العددين الأول والثانى ، ففى الشكل (٢ - ٤) مكثف سعته يعبر عنها

بالشفرة 104 أى 100000 pf ، أما الجهد فيكتب مباشرة على المكثف .

٤ - طريقة التشفير بالألوان : حيث يرسم عدة شرائط ملونة على غلاف المكثف كما

بالشكل (٢ - ٥) ، وتستخدم هذه الطريقة مع المكثفات البولى إستير الراتنجية Resin

. Dipped polyester capacitors



والجدول (٢ - ٢) يبين مدلول الالوان المختلفة
للشرائط المختلفة .

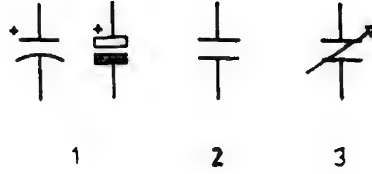
الشكل (٢ - ٥)

الجدول (٢ - ٢)

اللون	أسود	بنّي	أحمر	برتقالي	اصفر	أخضر	أزرق	بنفسجى	رمادى	أبيض
الشريط الأول والثاني (الرقم المقابل)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
الشريط الثالث (المضاعف)				10^3	10^4	10^5				
الشريط الرابع (التفاوت)	$\pm 20\%$									$\pm 10\%$
الشريط الخامس (الجهد المستمر)			250V		400V					

مثال :

- إذا كان لون الشريط الأول بنياًً ويكافئ 1 .
- الشريط الثانى أسود ويكافئ 0 .
- الشريط الثالث برتقالياً ويكافئ 10^3 .
- الشريط الرابع أسود ويكافئ $\pm 20\%$.
- الشريط الخامس أحمر ويكافئ 250 VDC .
- أى أن سعة المكثف تصبح مساوية $10^4 \text{ pF} = 10 \times 10^3$ مع تفاوت مقداره $\pm 20\%$
- وجهد تشغيل مستمر يساوى 250 VDC .
- وفيما يلى رموز المكثفات : فالرمز 1 لمكثف كيميائى . والرمز 2 لمكثف عادى والرمز 3 لمكثف متغير السعة .



٣ / ٢ - عناصر متنوعة :

سنتناول فى هذه الفقرة مجموعة من العناصر التى كثيراً ما تستخدم فى الدوائر الالكترونية
مثل : المصهرات - المفاتيح - الضواغط - ريلاهات التحكم - المحولات .

١٠ / ٣ / ٢ - المصهرات Fuses :

عادة يتم حماية الدوائر الالكترونية من الزيادة المفرطة للتيار الكهربى عند حدوث قصر
بالدائرة أى : تلامس الطرف الموجب + مع الطرف السالب - أو مع أرضى الدائرة وذلك
باستخدام المصهرات .

وعادة تكون المصهرات على شكل أنبوبة مصنوعة من الزجاج أو السيراميك له قاعدتان
معدنيتان متصلتان معاً من الداخل بسلك رفيع من النحاس أو الرصاص ، وهذا السلك مصمم
لكى ينقطع عند زيادة قيمة التيار المار بالمصهر عن الحد المقنن للمصهر بقيمة كبيرة ، وهناك
أنواع متعددة من المصهرات حسب سرعة فصلها ، وفيما يلى الأنواع المختلفة للمصهرات تبعا
لسرعة الفصل :

١ - مصهرات سريعة الفصل بدرجة كبيرة (FF) Super-quick-Acting وتستخدم لحماية
العناصر الالكترونية المصنوعة من اشباه الموصلات ، ويرمز لها بالرمز FF والجدول (٢ - ٣)
يبين خواص هذا النوع .

الجدول (٢ - ٣)

شدة التيار	1.2 In	2 In	2.75 In	4 In	10 In
أدنى زمن للفصل	60 min	10 mS	4 mS	2 mS	—
أقصى زمن للفصل	—	2S	50 mS	15 mS	2 mS

حيث إن :

In التيار المقنن للمصهر

min دقيقة

S ثانية

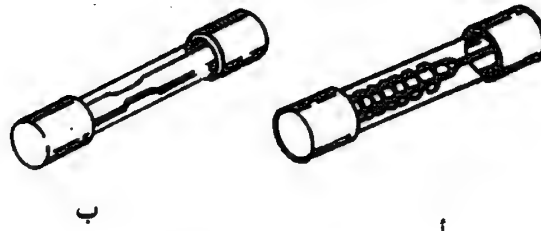
mS مللى ثانية

٢ - مصهرات سريعة الفصل (F) quick acting

٣ - مصهرات تتحمل قفزات التيار المفاجئة (T) Anti-surge

وهي تتحمل تياراً يساوى 10 مرات من التيار المقنن لها بدون أن تنهار ، وذلك خلال فترة زمنية تساوى 20 mS ، وتستخدم لحماية المحولات .

والشكل (٢ - ٦) يعرض نموذجاً لمصهر نوع T . الشكل (١) وآخر لمصهر سريع الفصل F الشكل (ب) .



الشكل (٢ - ٦)

وفيما يلي الرموز المختلفة للمصهرات :



٢ / ٣ / ٢ - المفاتيح اليدوية Switches :

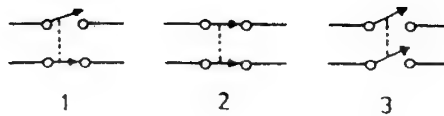
تعد المفاتيح اليدوية هي وسيلة الوصل والفصل اليدوية في الدوائر الالكترونية ، وتوجد أنواع مختلفة للمفاتيح تبعاً لوظيفتها مثل :

١ - مفتاح قطب واحد سكة واحدة (SPST) ، وهذا المفتاح يحتوى على ريشة واحدة، إما مغلقة أو مفتوحة ، فعند تشغيل المفتاح تفتح ريشته المغلقة NC ، أو تغلق ريشته المفتوحة NO .

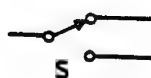
وفيما يلي رمز مفتاح SPST بريشة مفتوحة : NO (الرمز 1) ، وبريشة مغلقة NC (الرمز 2) .



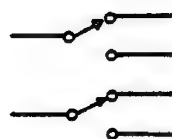
٢ - مفتاح قطبين سكة واحدة (DPST) وهذا المفتاح يحتوى على ريشتين مفتوحتين NO 2 أو مغلقتين NC 2 أو إحداها مفتوحة والأخرى مغلقة (NO+ NC) ، وعند تشغيل هذا المفتاح يدوياً تنعكس حالة ريش المفتاح ، فتغلق الريشة المفتوحة NO وتفتح الريشة المغلقة NC ، وفيما يلي رمز مفتاح DPST بريشتين مفتوحتين NO 2 (الرمز 1) وبريشتين مغلقتين NC 2 (الرمز 2) وبريشة مفتوحة وأخرى مغلقة NO + NC (الرمز 3) .



٣ - مفتاح قطب واحد سكتين (SPDT) ، وهذا المفتاح له ريشة قلاب CO ، ويكون للمفتاح ثلاثة أطراف أحدهما مشترك والثاني مفتوح والثالث مغلق . فعند تشغيل هذا المفتاح تنعكس حالة هذا المفتاح فيغلق الطرف المفتوح ، ويفتح الطرف المغلق، وفيما يلي رمز هذا المفتاح :



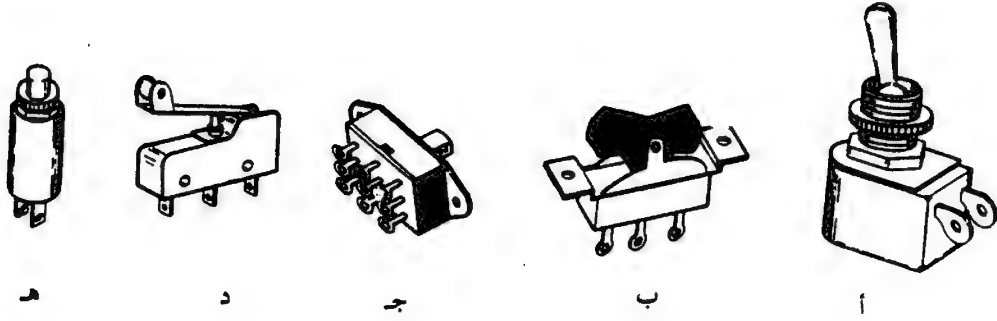
٤ - مفتاح قطبين سكتين (DPDT) ، وهذا المفتاح مزود بريشتى قلاب كالموجودة في المفتاح SPDT ، وفيما يلي رمز هذا المفتاح :



علماً بأن الأنواع الأربعة السابقة - تتواجد في عدة صور تبعاً لطريقة تشغيلها مثل :

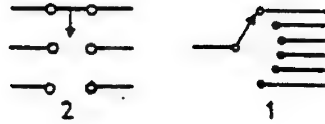
Toggle switch	أ - مفتاح بذراع يدوى
Rocker Switch	ب - مفتاح قلاب
Slide Switch	ج - مفتاح منزلق
Limit Switch	د - مفتاح نهاية مشوار
Pushbutton Switch	هـ - مفتاح انضغاطى

ويتم تشغيل هذه الأنواع باليد عدا أن مفتاح نهاية المشوار يتم تشغيله عند دفعه بجسم متحرك أو كاماة متحركة . والشكل (٢ - ٧) يبين صوراً توضيحية لهذه الأنواع بالترتيب من اليمين لليسار .



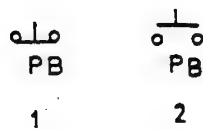
الشكل (٢ - ٧)

هـ - مفاتيح الاختيار ذات المواضع المتعددة ، وهذه المفاتيح تحتوى على قطب واحد أو أكثر ويكون لها عدة أوضاع تشغيل ، وهناك نوعان من هذه المفاتيح تبعاً لطريقة تشغيلها مثل : المفاتيح الدوارة Rotary Switches وهذه المفاتيح لها يد تشغيل دوارة ، والمفاتيح المنزلقة Slide Switches والمفاتيح الدوارة العاملة بالمفك Dip Rotary Switches . وفيما يلي رمز لمفتاح اختيار دوار بثلاثة مواضع ، ورمز لمفتاح منزلق بثلاثة مواضع .



٣ / ٣ / ٣ - الضواغط Push buttons :

هناك فرق جوهري بين الضاغط ، والمفتاح الانضغاطي ، فالأول تتغير حالة ريشه أى المغلقة تصبح مفتوحة والمفتوحة تصبح مغلقة أثناء الضغط على زرّها فقط ، أما المفتاح الانضغاطي فتتغير حالة ريشه أى : تصبح الريشة المغلقة مفتوحة والريشة المفتوحة مغلقة عند الضغط عليه ، ويظل كذلك إلى أن يتم الضغط عليه مرة أخرى ، فتعود الريشة لحالتها الطبيعية . وفيما يلي رموز أنواع مختلفة من الضواغط ، فالرمز 1 لضاغط بريشة مغلقة Nc والرمز 2 لضاغط بريشة مفتوحة NO .



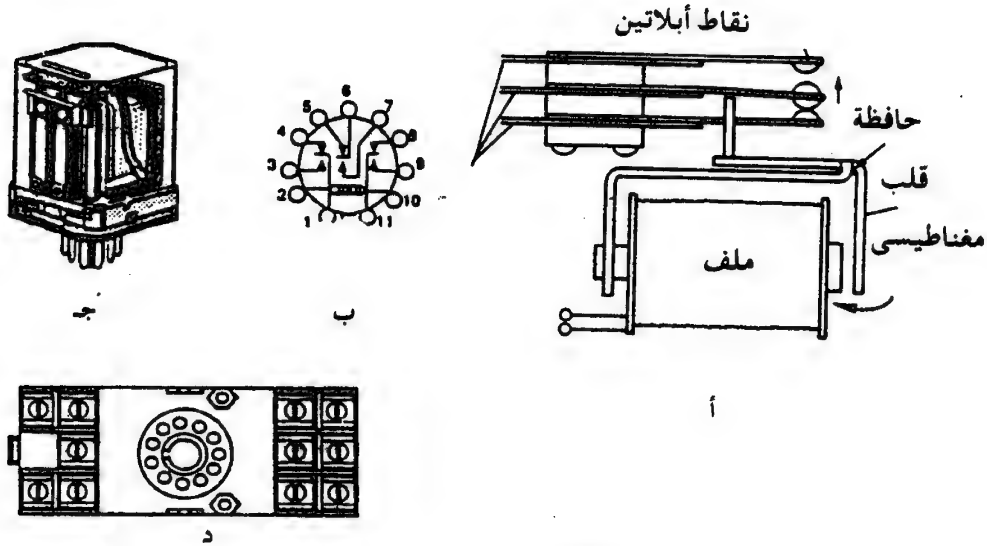
٤/٣/٢ - ريلاهات التحكم Control Relays :

الريلاي هو وسيلة كهرومغناطيسية لوصل وفصل الدوائر الالكترونية ، والشكل (٢ - ١٨) يعرض التركيب الداخلى لأحد الرليهاات الكهرومغناطيسية ، فعند وصول التيار الكهربى للملف يتكون مجال مغناطيسى قادر على جذب القلب المغناطيسى فتقوم الحافظة بتغيير وضع ريش التلامس للريلاي ، فتصبح الريشة المفتوحة مغلقة والعكس بالعكس ، ولكن بمجرد انقطاع التيار الكهربى عن ملف الريلاي تعود ريش الريلاي لوضعها الطبيعى ، وهناك نوعان من الرليهاات :

الأول : يثبت على اللوحة المطبوعة PB ، والتي تثبت عليها العناصر الالكترونية .

والثاني : يثبت على قاعدة تثبيت .

والشكل (٢ - ٨ ب) يعرض نموذجاً لأحد رليهاات التحكم ، وبالشكل (٢ - ٨ جـ) مسقط أفقى للريلاي ، يبين نقاط توصيله ، وبالشكل (٢ - ٨ د) مسقط أفقى لقاعدة الريلاي .

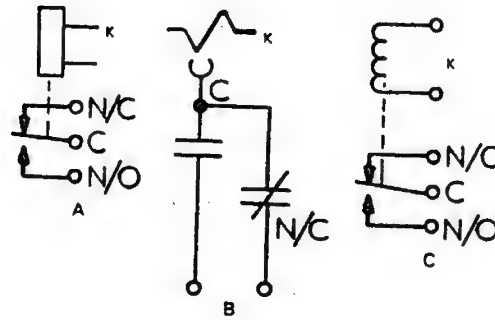


الشكل (٢ - ٨)

ويلاحظ من مخطط أطراف التوصيل للريلاي الشكل (٢ - ٢٠ ب) أن هذا الريلاي يحتوى على ثلاث ريش قلاب CO .

1-3-4	أطراف الريشة القلاب الأولى
6-7-5	أطراف الريشة القلاب الثانية
11-9-8	أطراف الريشة القلاب الثالثة
2-10	أطراف الملف هي

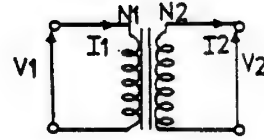
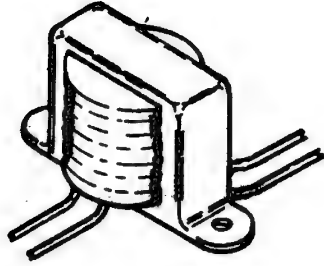
وفيما يلي الرموز المختلفة للريشات :



٥ / ٣ / ٢ - المحولات Transformers :

المحولات هي أجهزة تقوم بخفض أو رفع الجهد المتردد ، وتستخدم المحولات في بناء مصادر التيار المستمر بخفض الجهد المتردد من 220 v أو 120 v إلى 24 v أو 12 v أو 5 v ، وتستخدم المحولات أيضاً في دوائر إشعال الثايرستور والترياك ، وللمحولات استخدامات أخرى متعددة في الدوائر الإلكترونية .

ويتكون المحول في العادة من ملفين أحدهما يسمى بالملف الابتدائي ، والثاني يسمى بالملف الثانوي، والشكل (٢-٩) يعرض نموذجاً لأحد المحولات والدائرة المكافئة لمحول له ملف ابتدائي عدد لفاته N_1 ، ومسلط عليه جهد متردد V_1 ، ويمر به تيار I_1 ، وله ملف ثانوي عدد لفاته N_2 ، ويمر به تيار I_2 ويوجد جهد على أطرافه V_2 .



الشكل (٢ - ٩)

والمعادلة 2.1 تسمى بمعادلة المحول :

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{N_1}{N_2} \rightarrow 2.1$$

وعادة يختار المحول تبعاً للجهود المطلوبة في الابتدائي والثانوي ، وكذلك تبعاً لسعة المحول

(VA) والتي نحصل عليها من المعادلة 2.2 :

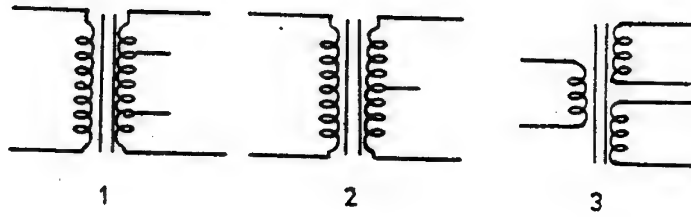
$$VA = V_2 I_2 = V_1 I_1 (VA) \rightarrow 2.2$$

وبعض المحولات تحتوى على أكثر من ملف ثانوي للحصول على أكثر من جهد من الجانب

الثانوي، والآخر يحتوى على ملف ثانوي بنقطة منتصف أو أكثر .

وفيما يلى رموز بعض أنواع من المحولات ، فالرمز 1 محول بعدة نقاط تفرع ، والرمز 2 محول

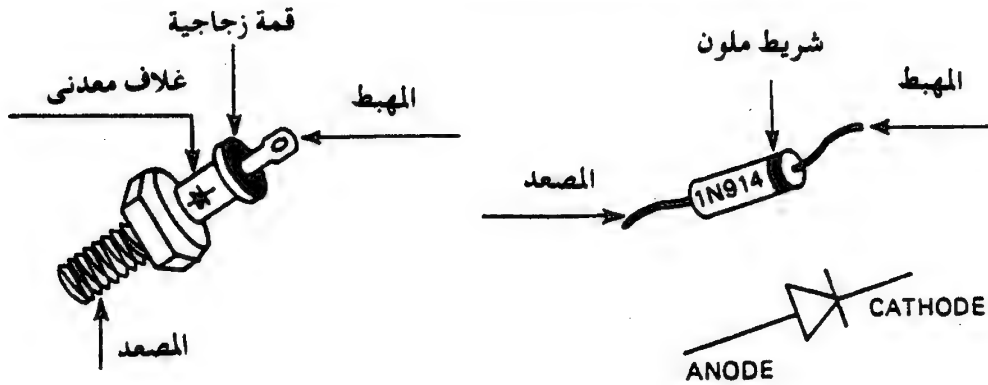
بملف ثانوي بنقطة منتصف (نقطة تفرع) ، والرمز 3 محول بملفين ثانويين .



أما محولات النبضات فتستخدم لعزل دائرة إشعال الثايرستور أو الترياك عن دائرة القدرة ، وعادة فإن محولات النبضات تكون لها نسبة تحويل $N_1 : N_2$ ومساوية 1 : 1 هذا يعنى أن عدد لفات الملف الابتدائى يساوى عدد لفات الملف الثانوى ، ولكن هذا لا يعنى أن عدد لفات كل منهما لفة واحدة .

٤/٢ - الثنائيات (الموحدات) Diodes :

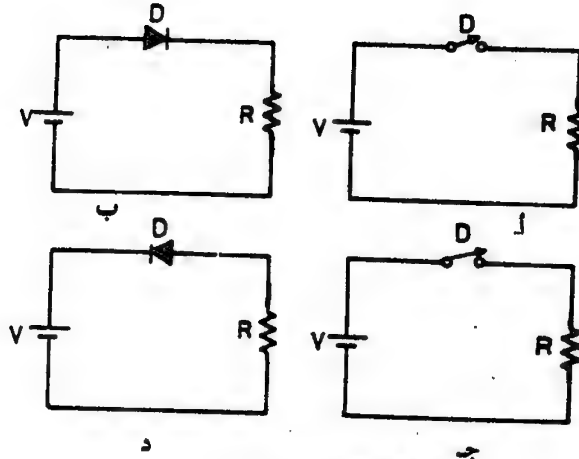
يتكون الثنائى عادة من وصلة ثنائية P - N مصنوعة من أشباه الموصلات مثل السليكون (Si) أو الجرمانيوم (Ge) ، ويتواجد الثنائى عادة فى الأسواق على شكل اسطوانة مرسوم عليها شريط ملون على أحد جانبيه للدلالة على مكان المادة السالبة (N) والتي تمثل المهبط Cathode ، أما الجانب الآخر فيمثل المادة الموجبة (P) والتي تمثل المصعد Anode . والشكل (٢ - ١٠) يعرض نموذجاً لثنائى صغير طراز 1N 914 ورمزه ، وكذلك صورة لثنائى كبير .



الشكل (٢ - ١٠)

ويعتبر الثنائى فى الوضع الطبيعى كمفتاح مفتوح، وبمجرد تعريضه لانحياز أمامى Forward bias أى ارتفاع جهد المصعد A عن المهبط K بمقدار 0.7v تقريباً وذلك لثنائى السليكون يصبح كمفتاح مغلق ويكون اتجاه مرور التيار الكهربى من المصعد للمهبط، ويقال إن الثنائى فى حالة وصل ON أما عند تعريض الثنائى لانحياز عكسى Reverse bias أى تعريض المهبط Cathode لجهد موجب بالنسبة لجهد المصعد Anode يمر تيار صغير جداً يسمى بتيار التسرب Leakage Current ، ويعمل الثنائى كمفتاح مفتوح، ويقال إن الثنائى

في حالة قطع OFF .



الشكل (١١-٢) ج د

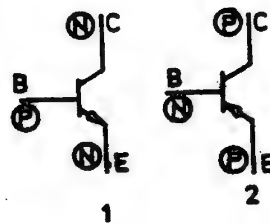
والشكل (٢ - ١١) يبين طريقة عمل الثنائي . ففي الشكل (ب) دائرة تحتوي على ثنائي وبطارية ومقاومة ، ويكون الثنائي في حالة انحياز أمامي ، والشكل (أ) يبين الدائرة المكافئة للشكل (ب) . وفي الشكل (د) دائرة تحتوي على ثنائي وبطارية ومقاومة ، حيث يكون الثنائي منحازاً عكسياً ،

والشكل (ج) يبين الدائرة المكافئة للشكل (د) . علماً بأن المقاومة تمثل الحمل .

والجدير بالذكر أن ثنائي السليكون يوصل عند جهد أمامي $0.7V$ ، بينما يوصل ثنائي الجرمانيوم عند جهد أمامي $0.3V$ ، لذلك يقال إن فقد الجهد في ثنائي السليكون عندما يكون منحازاً أمامياً مساوياً تقريباً $0.7V$ ، في حين أن فقد الجهد في ثنائي الجرمانيوم عندما يكون منحازاً أمامياً يساوي تقريباً $0.3V$.

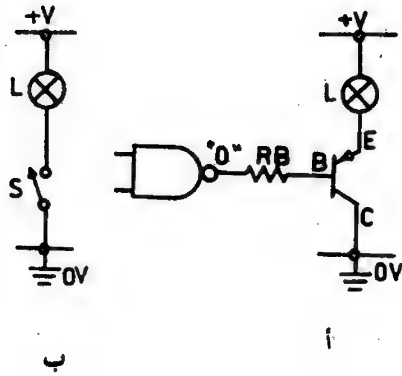
٢ / ٥ - الترانزستور ثنائي القطبية Bipolar transistor :

يتكون الترانزستور ثنائي القطبية من وصلة ثلاثية ، إما أن تكون NPN أو PNP وله ثلاثة أطراف ، الطرف الأول يسمى المجمع (c) ، والطرف الثاني يسمى القاعدة (B) ، والطرف الثالث يسمى الباعث (E) ، وفيما يلي رموز الترانزستورات ثنائية القطبية . فالرمز 1 لترانزستور NPN ، والرمز 2 لترانزستور PNP ، ويبين اتجاه السهم الموضوع عند الباعث نوع الترانزستور ، فالسهم الداخل للقاعدة يعني ترانزستور PNP والسهم الخارج من القاعدة يعني ترانزستور NPN .



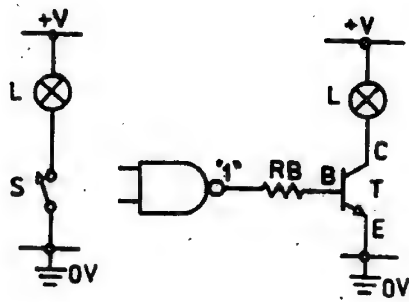
ويستخدم الترانزستور عادة كمفتاح لوصل وقطع التيار الكهربى فى الدوائر الرقمية ، كما يستخدم فى رفع مستوى تيار البوابات المنطقية . فالشكل (٢- ١٢) يبين طريقة توصيل ترانزستور NPN ، كمفتاح فى دوائر التيار المستمر (١) والدائرة الكهربائية المكافئة باستخدام المفتاح اليدوى S (ب) . فعندما يكون خرج البوابة المنطقية عالياً فإن جهد القاعدة B يصبح

أعلى من جهد الباعث E فيمر تيار القاعدة I_B ، ويتحول الترانزستور من حالة القطع Cut off إلى حالة الوصل ON ، ويمر تيار المجمع I_C فتضىء اللمبة L_1 ، وعندما يصبح خرج البوابة منخفضاً يتحول الترانزستور لحالة القطع ، أى يصبح تيار المجمع I_C مساوياً للصفر .



الشكل (٢- ١٢)

والشكل (٢- ١٣) يوضح طريقة استخدام ترانزستور PNP كمفتاح فى دوائر التيار المستمر (١) ، والدائرة المكافئة الكهربائية باستخدام المفتاح اليدوى S (ب) ، فعندما يكون خرج البوابة المنطقية منخفضاً ، فإن الترانزستور T سيتحول لحالة الوصل، وذلك لان جهد القاعدة B أصبح منخفضاً عن جهد الباعث E ، ويمر تيار سالب فى القاعدة ويتحول



الشكل (٢- ١٣)

الترانزستور لحالة الوصل ويمر تيار الباعث فيضىء المصباح L_1 . وعندما يصبح خرج البوابة

عالياً يتحول الترانزستور T لحالة القطع أى يصبح تيار الباعث I_E مساوياً للصفر .
وحتى يعمل الترانزستور كمفتاح مغلق يجب أن تتحقق العلاقة التالية :

$$I_B \geq 2.5 \frac{I_C}{h_{FE}} \rightarrow 2.3$$

حيث إن :

I_B تيار القاعدة .

I_C تيار المجمع .

H_{FE} معامل كسب التيار . وتعرف من ورقة البيانات للترانزستورات Data sheet

ويمكن تعيين قيمة المقاومة R_B من المعادلة التالية :

$$R_B = \frac{V_i - 0.7}{I_B} \rightarrow 2.4$$

حيث إن :

R_B المقاومة التى توصل بقاعدة الترانزستور .

V_i الجهد الداخلى على قاعدة الترانزستور من البوابة المنطقية .

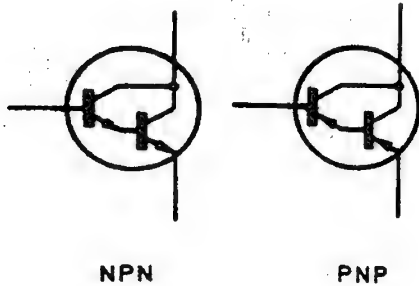
وتعرف النسبة بين تيار المجمع I_C ، وتيار القاعدة I_B بمعامل كسب التيار Current gain

وتعرف من ورقة البيانات للترانزستور بالمعامل β أو المعامل H_{FE} ويساوى :

$$H_{FE} = \frac{I_C}{I_B} \rightarrow 2.5$$

ويتراوح هذا المعامل ما بين 100 : 300 ، ويمكن زيادة معامل كسب التيار للترانزستور

بقيم تصل إلى 1000 : 2000 بربط عدد 2 ترانزستور معاً كما بالشكل (٢ - ١٤) . والجدير



NPN

PNP

الشكل (٢ - ١٤)

بالذكر أنه يوجد ترانزستورات

"دارلنجتون" وهى تحتوى - داخلياً - على

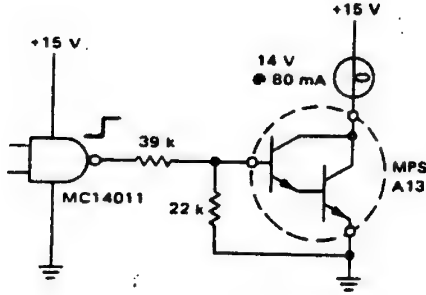
ترانزستورين موصلين معاً كما هو مبين

بالشكل (٢ - ١٤) ويكون معامل كسب

التيار لهذه الترانزستورات مساوياً لحاصل

ضرب معامل كسب التيار للترانزستورين

المكافئين .



الشكل (٢ - ١٥)

والشكل (٢ - ١٥) يبين طريقة استخدام

ترانزستور « دار لنجتون » نوع NPN طراز

MPS-A13 كمفتاح فعندما تصل إشارة

رقمية عالية من دائرة CMOS طراز MC

14011 يتحول ترانزستور « دار لنجتون » لحالة

الوصل فتضيء اللمبة، وعندما تصل إشارة رقمية

منخفضة من دائرة CMOS طراز MC14011 يتحول ترانزستور « دار لنجتون » لحالة القطع،

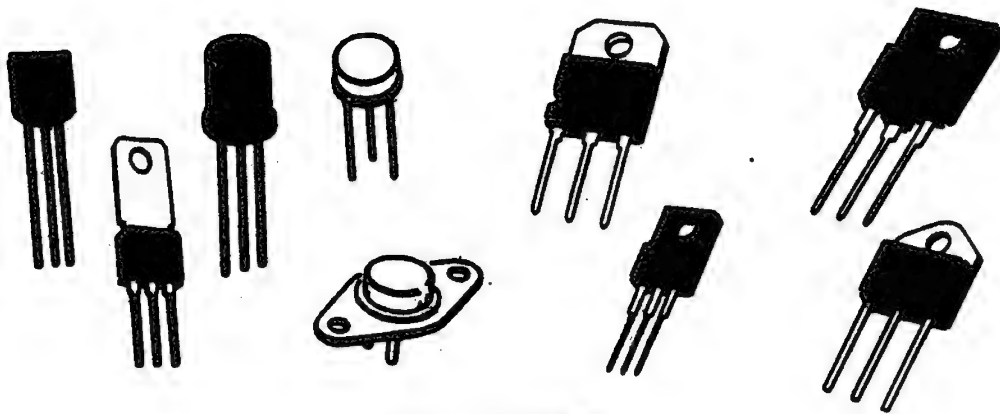
وتنطفئ اللمبة .

والجدير بالذكر أن جهد تشغيل اللمبة هو 15 VDC وتيار تشغيلها هو 80 mA.

وباستبدال ترانزستور « دار لنجتون » نوع NPN بآخر PNP طراز MPS-A65 فإن اللمبة سوف

تضيء عند الحالة المنخفضة بدلاً من الحالة العالية لخرج البوابة MC 14011. والشكل

(٢ - ١٦) يعرض نماذج مختلفة للترانزستورات المتوفرة بالأسواق .



الشكل (٢ - ١٦)

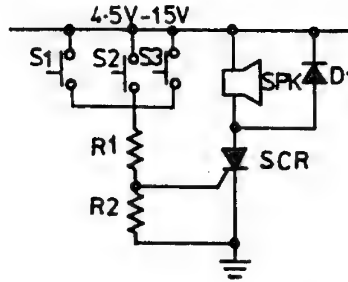
٦/٢ - الثايرستور SCR :

يستخدم الثايرستور كمفتاح فى دوائر التيار المستمر وكموحد فى دوائر التيار المتردد، وذلك فى الاستخدامات التى تحتاج لتيارات عالية ، وللثايرستور ثلاثة أطراف وهى المهبط K ، والمصعد A ، والبوابة G . وعند وجود فرق جهد موجب بين البوابة والمهبط يتحول الثايرستور لحالة الوصل ويصبح مكافئاً لمفتاح مغلق ، ويظل على هذا الحال حتى بعد انعدام فرق الجهد بين البوابة والمهبط إلى أن ينخفض التيار المار فيه عن الحد الأدنى اللازم لإبقاء الثايرستور فى حالة الوصل والذى يسمى بتيار الإمساك .



وفيما يلى رمز الثايرستور

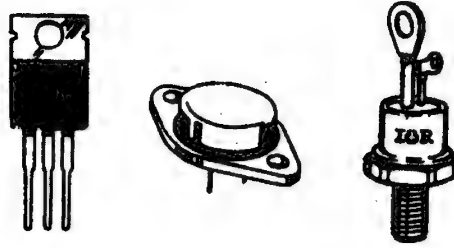
والشكل (٢ - ١٧) يبين فكرة عمل الثايرستور لتشغيل سماعة SPK



الشكل (٢ - ١٧)

فعند الضغط على أحد الضواغط S_1, S_2, S_3 فإن الجهد +15V سوف يقسم بالتساوى على المقاومتين R_1, R_2 لأنهما متساويتان ، وبالتالي يصبح فرق الجهد بين البوابة والمهبط 7.5V فيتحول الثايرستور لحالة الوصل ON ويمر تيار كهربى عبر السماعة ماراً بالمصعد A والمهبط k .

وعند إزالة الضغط عن الضاغط فإن الثايرستور سيبقى في حال ON وتظل السماعة في حالة ON إلى أن يتم الضغط على الضاغط S_4 ، فينخفض التيار المار في الثايرستور عن الحد الأدنى اللازم لإبقائه في حالة توصيل (تيار الإمساك) ويتحول الثايرستور لحالة القطع Turn off .
والجدير بالذكر أن الثنائي D_1 يعمل على خمد القوة الدافعة الكهربائية المتولدة عن انقطاع التيار عن ملف بوق الإنذار ، وبالتالي يمنع تلف الثايرستور .
والشكل (٢ - ١٨) يعرض نماذج مختلفة للثايرستورات المتوفرة بالأسواق .



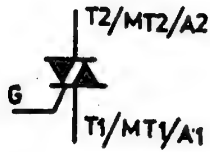
الشكل (٢ - ١٨)

٢ / ٧ - الترياك Triac :

يستخدم الترياك كمفتاح في دوائر التيار المتردد وذلك في الاستخدامات التي تحتاج لتيارات عالية .

وللترياك ثلاثة أطراف وهي القاعدة T_1 ، والقاعدة T_2 ، والبوابة G ، وفي الوضع الطبيعي يكون الترياك في حالة قطع cut off ويعمل كمفتاح مفتوح ، وبمجرد تسليط فرق جهد بين البوابة G والقاعدة T_2 يتحول الترياك لحالة الوصل ON ويمر التيار الكهربائي في الترياك طالما يوجد فرق جهد مستمر بين البوابة والقاعدة T_2 .

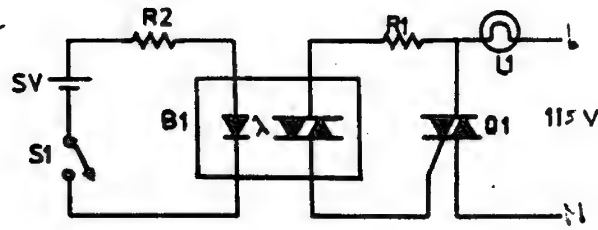
وفيما يلي رمز الترياك :



والشكل (٢ - ١٩) يوضح فكرة عمل الترياك فى دوائر التيار المتردد لتشغيل اللمبة L_1 .

عناصر الدائرة :

R_1	مقاومة كربونية 47Ω
R_2	مقاومة كربونية 360Ω
Q_1	ترياك طراز 2N 6342A
B_1	وحدة ارتباط ضوئية MOC 3011
S_1	مفتاح قطب واحد ، سكة واحد



الشكل (٢ - ١٩)

نظرية التشغيل :

فعند غلق المفتاح S_1 فإن وحدة الارتباط الضوئى B_1 سوف تعمل نتيجة لمرور تيار كهربى فى الشئ المشع لها ، وبالتالى يتحول ترياك وحدة الارتباط الضوئى لحالة الوصل ، ويصبح كما لو كان مفتاحاً مغلقاً ، وينشأ عن ذلك تولد فرق جهد بين البوابة G والقاعدة T_2 للترياك الرئيسى Q_1 ، فيتحول الترياك الرئيسى لحالة الوصل وتضىء اللمبة L_1 ، وتظل اللمبة L_1 مضيئة طالما أن المفتاح S_1 مغلق ، ولكن بمجرد فتح المفتاح S_1 يتحول ترياك وحدة الارتباط الضوئى لحالة القطع مما يؤدي إلى اختفاء فرق الجهد بين البوابة G والقاعدة T_2 للترياك الرئيسى ، فيتحول هو الآخر لحالة القطع وينطفئ المصباح L_1 .

والجدير بالذكر أن الترياك يعمل عند وصول نبضة إشعال للبوابة G ويوجد أربعة أوجه

مختلفة لنبضة الإشعال وهى كما يلى :

١ - نبضة إشعال لها جهد موجب وتيار موجب ، حيث تكون قطبية كل من T_2 و G موجبة ويطلق على هذه الحالة بحالة الإشعال $I+$.

٢ - نبضة إشعال لها جهد سالب ، وتيار سالب حيث تكون قطبية T_2 موجبة وقطبية G سالبة ويطلق على هذه الحالة بحالة الإشعال $I-$.

٣ - نبضة إشعال لها جهد سالب ، وتيار سالب ، حيث تكون قطبية T_2 سالبة وقطبية G موجبة ، ويطلق على هذه الحالة بحالة الإشعال $III+$.

٤ - نبضة إشعال لها جهد سالب وتيار سالب ، حيث تكون قطبية T_2 سالبة وقطبية G سالبة ويطلق على هذه الحالة بحالة الإشعال $III-$.

علماً بأن حساسية الترياك تكون أفضل ما يمكن في حالة الإشعال $I+$ ، $III-$ ، وتكون أقل قليلاً في حالة الإشعال $I-$ وتكون أقل ما يمكن في حالة الإشعال $III+$.

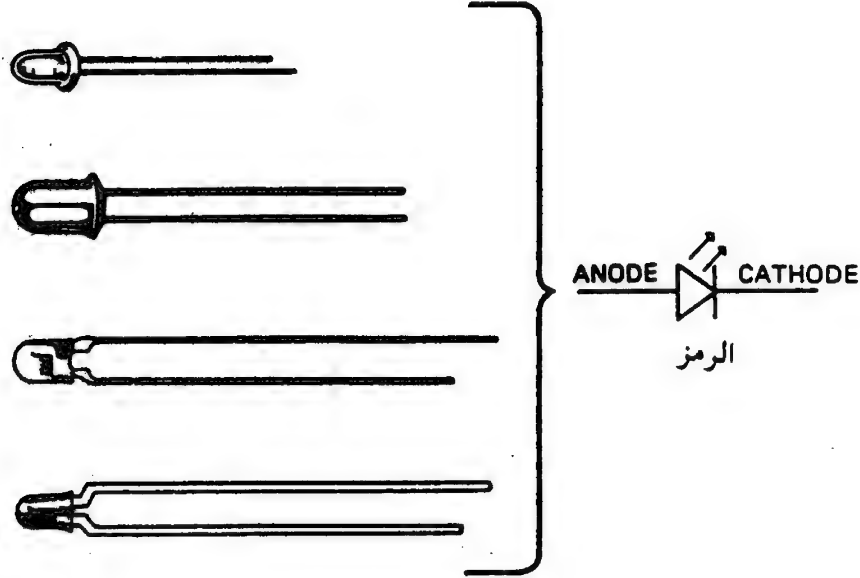
٢ / ٨ - الالكترونيات الضوئية :

إن جميع أشباه الموصلات تتفاعل مع الضوء لحد ما ، مما دفع المصممين لتصميم بعض العناصر الالكترونية ، لتعمل كحساسات ضوئية أو باعثة للضوء ، وسوف نتناول العناصر الالكترونية الضوئية في الفقرات التالية :

٢ / ٨ / ١ - الثنائي الباعث للضوء LED :

يشبه الثنائي الباعث للضوء LED لحد كبير اللمبات الصغيرة ، ويتواجد باللون مختلفة ، وهو يستخدم كلمبة إشارة ، والشكل (٢ - ٢٠) يعرض أشكالاً مختلفة للثنائيات الباعثة للضوء ورمزها .

وعادة لا ينبعث ضوء من LED إلا عندما يكون منحازاً أمامياً بجهد أكبر من 2V ، أما عندما يكون LED منحازاً عكسياً فإنه لا يمرر تيار وبالتالي لا يضيئ .



الشكل (٢ - ٢٠)

ويوجد ألوان مختلفة من الثنائيات الباعثة للضوء مثل : الأحمر والأصفر والبرتقالي والأخضر والأزرق ، وتعتمد شدة إضاءة LED على شدة التيار المار فيه والتي تتراوح ما بين (5 : 25 mA) .

وهناك نوعان من الثنائيات الباعثة للضوء تبعاً لنوع الضوء المنبعث وهما :
ثنائيات باعثة للضوء المرئي VLED .

ثنائيات باعثة للضوء الغير مرئي مثل : الأشعة تحت الحمراء IRLED .

وعادة توصل مقاومة على التوالي مع LED لتحديد شدة التيار المار . والجدول (٢ - ٤) يبين قيم المقاومة التي توصل بالتوالي مع LED عند الجهود المختلفة علماً بأنه يوجد ثلاثة أنواع من الثنائيات الباعثة للضوء :

الأول منخفض القدرة تيارها (5 mA) .

والثاني قياسى ، وتياره (10 mA) .

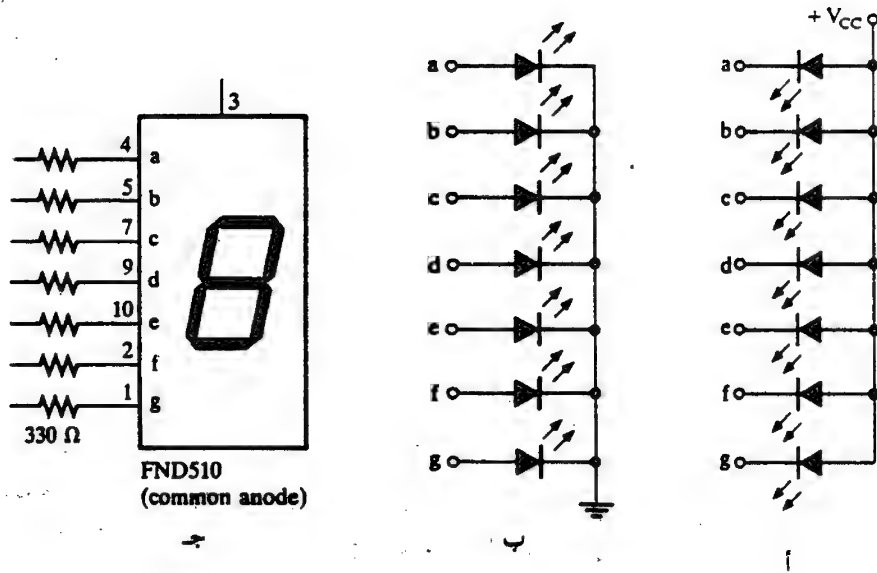
والثالث عالى القدرة ، وتياره (20 mA) .

الجدول (٢ - ٤)

ثنائي عالي القدرة	ثنائي قياسي	ثنائي منخفض	جهد الإمداد (V)
56 Ω	180 Ω	220 Ω	3 V
150 Ω	270 Ω	680 Ω	5 V
220 Ω	390 Ω	820 Ω	6 V
390 Ω	680 Ω	1.5 k Ω	9 v
560 Ω	1.0 k Ω	2.2 k Ω	12 V
680 Ω	1.2 k Ω	2.7 k Ω	15 V
820 Ω	1.5 k Ω	3.3 k Ω	18 V
1.2 k Ω	2.2 k Ω	4.7 k Ω	24 V

وتستخدم الثنائيات الباعثة للضوء على نطاق واسع في صناعة وحدات العرض الرقمية ذات السبع شرائح Seven segment displays والتي تستخدم في أجهزة القياس والحاسبات الالكترونية والساعات الرقمية ... إلخ .

وتتكون وحدة العرض الرقمية من 7 ثنائيات باعثة للضوء مبططة وهي تتواجد في صورتين: إما بمصعد مشترك Common Anode ، أو مهبط مشترك Common Cathode .
والشكل (٢ - ٢١) يعرض شكل دائرة وحدة عرض رقمية بمصعد مشترك (أ) ، ودائرة وحدة عرض رقمية ذات مهبط مشترك (ب) ، وشكلاً تخطيطياً لوحدة عرض رقمية بمصعد مشترك طراز FND 510 ، بحيث توصل مهابط الثنائيات السبعة بمقاومات 330 Ω لتحديد التيار . عندما يكون جهد الإمداد +5V .

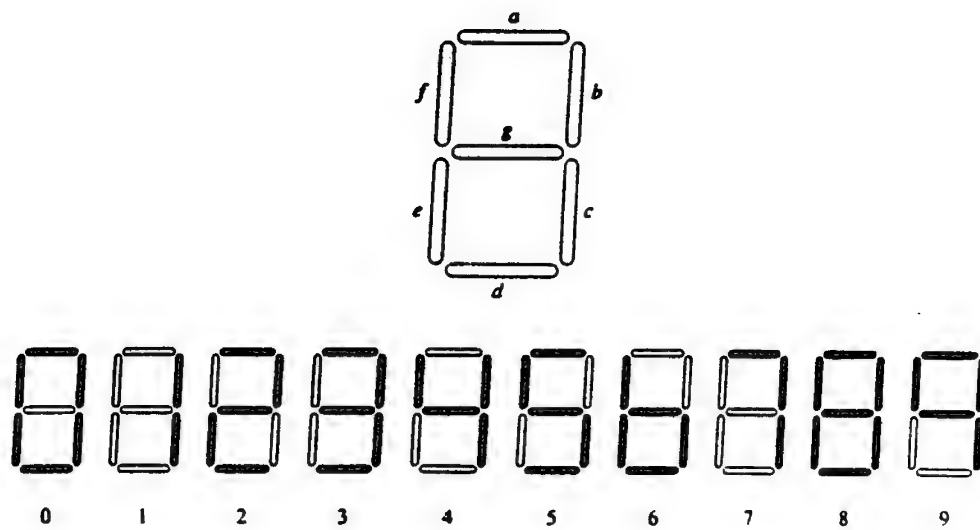


الشكل (٢ - ٢١)

والجدول (٢ - ٥) يبين طريقة استخدام وحدات العرض ذات الشرائح السبعة ذات المصعد المشترك والمهبط المشترك .

الرقم الظاهر	الثنائيات المضيئة	جهد أطراف الثنائيات المضيئة	
		مهبط مشترك	مصعد مشترك
0	a, b, c, d, e, f	أرضي	+ Vcc
1	b, c	أرضي	+ Vcc
2	a, b, g, c, d	أرضي	+ Vcc
3	a, b, c, d, g	أرضي	+ Vcc
4	b, c, f, g	أرضي	+ Vcc
5	a, c, d, f, g	أرضي	+ Vcc
6	c, d, e, f, g	أرضي	+ Vcc
7	a, b, c	أرضي	+ Vcc
8	a, b, c, d, e, f, g	أرضي	+ Vcc
9	a, b, c, f, g	أرضي	+ Vcc

والشكل (٢ - ٢٢) يبين كيفية الحصول على الأعداد 0 - 9 على وحدة عرض رقمية .



الشكل (٢ - ٢٢)

الباب الثالث
مصادر القدرة المستمرة
DC Power Supplies

مصادر القدرة المستمرة DC Power Supplies

١ / ٣ - مقدمة :

فى هذا الباب سنتعرض لمصادر التيار المستمر، والتي تتألف من محول وعناصر توحيد .
وهذه المصادر تكون إما منتظمة Regulated أو غير منتظمة Unregulated ، وتتميز
مصادر القدرة المنتظمة بثبات الجهد الخارج أو تيار الحمل ، والجدير بالذكر أنه توجد عدة
عوامل تؤثر على الجهد الخارج من مصدر القدرة وهى :

- جهد الخط لمصدر التيار المتردد .

- تيار الحمل .

- درجة الترشيح .

وسوف نقيس أداء مصادر القدرة بالمتغيرات التالية :

١ - معامل طرد التموجات Ripple Rejection Factor : وهو قدرة المرشح أو المنظم

على تقليل الذبذبات الموجودة فى الجهد الداخلى عليه ، ويعبر عنه بالديسيبل :

$$= 20 \log_{10} \left(\frac{V_{ri}}{V_{ro}} \right) \rightarrow 3.1$$

حيث إن :

V_{ri} قيمة جهد التموج فى الدخلى

V_{ro} قيمة جهد التموج فى الخارج

٢ - تنظيم الخط (LR) Line Regulation : وهو تغير قيمة جهد الخارج المستمر ،

والناجى عن تغير جهد الخط المتردد مع ثبات باقى المتغيرات ، ويساوى :

$$LR = V_{nL} - V_{fL} \rightarrow 3.2$$

حيث إن :

V_{nL} جهد الخارج عن اللاحمل

V_{fL} جهد الخارج عند الحمل الكامل

٣ - تنظيم الحمل (LDR) Load Regulation : وهو تغير قيمة جهد الخرج ، والناتج

عن تغير الحمل مع ثبات باقى المتغيرات ويساوى :

$$LDR = (V_o \max - V_o \min) \rightarrow 3.3$$

حيث إن :

$V_o \max$ جهد الخرج الأقصى

$V_o \min$ جهد الخرج الأدنى

علماً بأن $V_o \min$, $V_o \max$ يقاسان عند حدود معينة لتيار الخرج I_o .

٢ / ٣ - دوائر مصادر القدرة الأساسية الغير منتظمة :

إن أكثر الاجهزة الالكترونية تستخدم مصادر قدرة تقليدية ، والتي تتكون من :

١ - محول خفض يقوم بخفض جهد مصدر التيار المتردد للجهد المطلوب ، كما أنه يقوم

بعزل مصدر التيار المستمر عن مصدر التيار المتغير .

٢ - وحدة التوحيد والترشيح ، وتقوم بتحويل الجهد المتردد على الجانب الثانوى للمحول

لجهد مستمر ناعم (بدون ذبذبات) .

والشكل (٣ - ١) يعرض نموذجاً للدائرة التي يكثراً استخدامها كمصدر قدرة غير منتظم ،

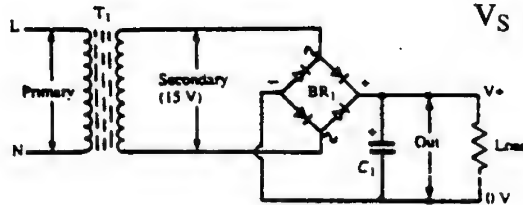
وفيما يلى العلاقة بين جهد الخرج المستمر وجهد الملف الثانوى المتردد للمحول :

$$V_o = 1.41 V_s \rightarrow 3.4$$

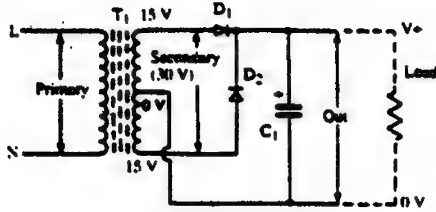
حيث إن :

V_o جهد الخرج المستمر على أطراف الحمل

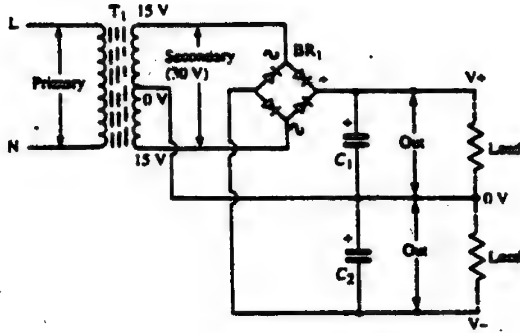
V_s جهد الملف الثانوى المتردد



الشكل (٣ - ١)



الشكل (٣ - ٢)



الشكل (٣ - ٣)

والشكل (٣ - ٢) يعرض نموذجاً آخر

لدائرة مصدر قدرة مستمر وغير منتظم باستخدام محول بنقطة تفرع في المنتصف في ملفه الثانوي، وفيما يلي العلاقة بين جهد الخرج المستمر وجهد الملف الثانوي المتردد

$$V_O = 0.71 V_S \rightarrow 3.5$$

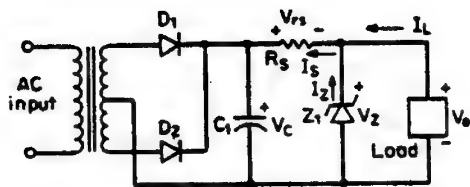
والشكل (٣ - ٣) يعرض

نموذجاً آخر لدائرة مصدر قدرة مستمر وغير منتظم ومزدوج ، أى يعطى جهداً موجباً V_+ وجهداً سالباً V_- فى آن واحد حيث إن :

$$+V_O = -V_O = 0.71 V_S \rightarrow 3.6$$

٣/٣ - مصادر القدرة ذات المنظمات المتوازية Shunt-Regulated Power Supplies

الشكل (٣ - ٤) يعرض مصدر قدرة بمنظم جهد متواز ، عبارة عن موحد زينر ، يوصل بالتوازي مع الحمل ، وهذه الدائرة تستخدم فى التطبيقات التى تحتاج لتيار منخفض لا يتعدى 100 mA ، والمعادلات التالية مفيدة عند اختيار عناصر هذه الدائرة .



الشكل (٣ - ٤)

$$V_O = V_Z = V_C - I_S R_S \rightarrow 3.7$$

$$I_S = I_Z + I_L \rightarrow 3.8$$

حيث إن :

جهد الخرج على اطراف المستمر V_O

جهد موحد الزينر V_Z

V_C الجهد على أطراف المكثف C_1

I_Z تيار موحد الزينر

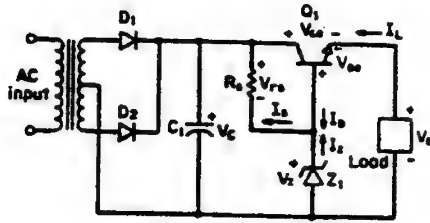
I_L تيار الحمل

I_S R_S التيار المار في المقاومة

ويقوم موحد الزينر Z_1 بالمحافظة على جهد أطراف الحمل ثابتة .

٤/٣ - مصادر القدرة ذات المنظمات المتوالية Series-Regulated Power Supplies

الشكل (٣ - ٥) يعرض نموذجاً لمصدر قدرة بمنظم جهد متوالٍ ، حيث يستخدم الترانزستور Q_1 لامتناس الفرق في الجهد بين جهد الدخل ، وجهد الخرج ولزيادة تيار الحمل ، والمعادلات التالية مفيدة عن اختيار العناصر المختلفة لهذه الدائرة .



$$V_O = V_C - V_{ce} \rightarrow 3.9$$

$$V_O = V_Z - V_{be} \rightarrow 3.10$$

$$I_Z = I_S - I_b \rightarrow 3.11$$

$$I_Z = \frac{V_C - V_Z}{R_S} - \frac{I_L}{H_{FE}} \rightarrow 3.12$$

الشكل (٣ - ٥)

حيث إن :

- . V_O جهد الحمل المستمر
- . V_C الجهد على أطراف المكثف
- . V_Z جهد ثنائي الزينر
- . V_{ce} فرق الجهد بين مجمع وباعث الترانزستور Q_1
- . V_{be} فرق الجهد بين قاعدة وباعث الترانزستور Q_1
- . I_Z تيار الزينر
- . I_S التيار المار في المقاومة R_S
- . I_b تيار قاعدة الترانزستور Q_1
- . H_{FE} معامل كسب التيار للترانزستور Q_1

نظرية عمل الدائرة :

من المعروف أنه عند تحول الترانزستور لحالة التشبع ، فإن فرق الجهد بين قاعدة وباعث الترانزستور V_{be} يكون ثابتاً ويساوى تقريباً $0.7V$ ، وحيث إن جهد ثنائي الزينر V_Z ثابت ، لذلك فإن جهد الحمل V_O سيكون بالطبع ثابتاً (المعادلة 3.10) .
وعند تغير جهد الخط المتردد سيتغير الجهد على أطراف المكثف V_C ، مما يؤدي لتغير فرق الجهد بين مجمع وباعث الترانزستور V_{ce} ؛ للمحافظة على بقاء V_O ثابتاً (المعادلة 3.9) .

٥ / ٣ - منظمات الجهد المتكاملة ذات الأطراف الثلاثة 3 Terminal Regulators :

تنقسم منظمات الجهد المتكاملة ذات الأطراف الثلاثة إلى :

١ - منظمات لها خرج ثابت Fixed Voltage Regulators .

٢ - منظمات لها خرج قابل المعايرة Variable Voltage Regulators .

وتتميز منظمات الجهد المتكاملة باحتوائها على نظام داخلي يعمل على قطع جهد الخرج عند تعدى تيار الحمل للقيمة العظمى المسموح بها ، وأيضاً عند ارتفاع درجة حرارتها .

٥ / ٣ - ١ / المنظمات ذات الخرج الثابت :

تنقسم هذه المنظمات إلى عائلتين وهما :

أ - منظمات الجهد الموجبة طراز ... 78 .

ب - منظمات الجهد السالبة طراز ... 79 .

علماً بأن هذه المنظمات تتواجد بقيم مختلفة لتيار وجهد الخرج ، ويمكن معرفة الجهد المقنن والتيار الأقصى لمنظم الجهد الثلاثي الأرجل ذات الخرج الثابت من الامتداد ... فالتيار الأقصى يشار إليه بالجزء الأول من الامتداد حيث إن :

$$L = 100 \text{ mA} , S = 2A , I = 1 \text{ A} \text{ بدون}$$

بينما الجهد المقنن يشار إليه بالجزئين التاليين من الامتداد ، وأهم الجهود المقننة القياسية

هي (5, 6, 9, 12, 15, 24 v) .

على سبيل المثال :

7805 هو منظم جهد ثلاثي ثابت الخرج يعطى جهد خرج $+5V$ ، وتياراً أقصى $1A$ ، في حين الدائرة المتكاملة 79L15 هي منظم جهد ثلاثي ثابت الخرج يعطى جهداً مقنناً $15V$ - وتياراً أقصى 100 mA وهكذا .

وعادة فإن جهد دخل المنظم نحصل عليه من المعادلة :

$$V_O + 3 \leq V_i \leq V_O + 6$$

حيث إن :

V_O جهد الخرج للمنظم

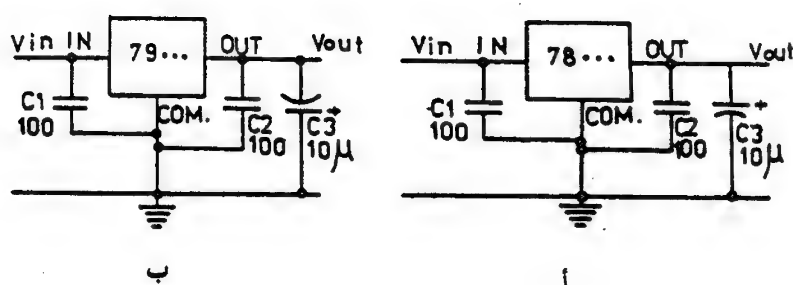
V_i جهد الدخل للمنظم

والجدول (٣ - ١) يعرض خواص منظمات الجهد الثابتة .

الجدول (٣ - ١)

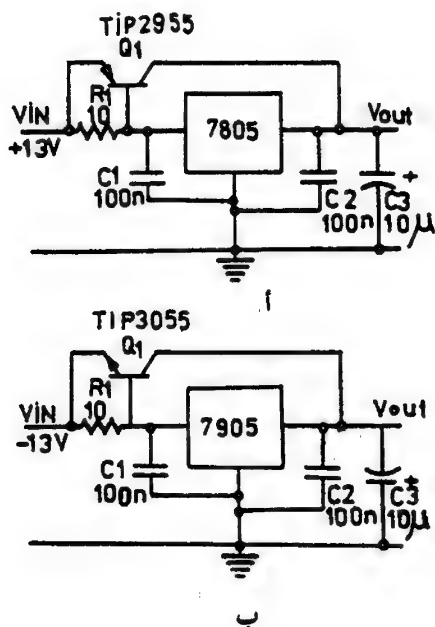
الطراز	حدود الدخل	تنظيم الخطأ	تنظيم الحمل	معامل طرد الذبذبات
MC 7805	7.2 : 35 V	7 mV $7V \leq v_i \leq 25 V$	40 mV $5mA \leq I_o \leq 1.5A$	68 dB $8 \leq V_i \leq 18 V$
MC 7812	14.5V: 35 V	13 mV $14.5V \leq V_i \leq 30V$	46 mV $5mA \leq I_o \leq 1.5A$	
MC 7815	17.6V: 35 V	13 mV $27V \leq V_i \leq 38V$	52 mV $5mA \leq I_o \leq 1.5A$	56 dB $18.5 V \leq V_i \leq 28.5V$
MC 7905	-7.2V: -35V	35 mV $-7V \geq V_i \geq -25$	11 mV $5mA \leq I_o \leq 1.5A$	70 dB $I_o = 20\text{ mA}$
MC 7912	-14.5V:-35V	55 mV $-14.5V \geq V_i \geq -30V$	46 mV $5mA \leq I_o \leq 1.5A$	61 dB $I_o = 20\text{ mA}$
MC 7915	-17.6V:-35V	57 mV $-17.5 \geq V_i \geq -30V$	68 mV $5mA \leq I_o \leq 1.5A$	60 dB $I_o = 20\text{ mA}$

والشكل (٣ - ٦) يعرض دائرتين أساسيتين للمنظمات الثلاثية الأرجل ، الثابتة الجهد الاولى : (أ) صممت للحصول على جهد خرج موجب ، والثانية : (ب) ، صممت للحصول على جهد خرج سالب .



الشكل (٣ - ٦)

والشكل (٣ - ٧) يعرض دائرتين مختلفتين لزيادة تيار المنظمات الثابتة الجهد الثلاثية



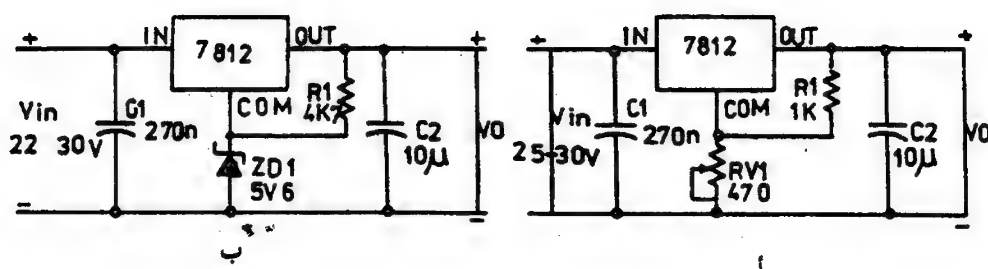
الشكل (٣ - ٧)

الأرجل ، فالشكل (أ) يعرض دائرة منظم يعطى تيار خرج 5A وجهد خرج موجباً ، والشكل (ب) يعرض دائرة منظم يعطى تيار خرج 5A وجهد خرج سالباً .

وعادة يتم توصيل مكشفات على التوازي مع مداخل ومخارج المنظمات الثلاثية الأرجل ؛ لتجنب عدم الاتزان عند الترددات العالية، علماً بأن جهد الدخل الغير منظم يجب أن يكون فى الحدود الموصى بها من قبل الشركة والمبينة فى الجدول (٣ - ١) .

كما أنه يجب تثبيت هذه المنظمات على مشتتات حرارة Heat sinks بأحجام تعتمد على توصيات الشركات المصنعة .

والشكل (٣ - ٨) يوضح طرق زيادة جهد الخرج للمنظمات الثلاثية الأرجل ذات الخرج الثابت .



الشكل (٣ - ٨)

ففى الشكل (١) فإن جهد خرج المنظم يعتمد على قيمة المقاومة المتغيرة RV_1 ، ويساوى 12V عندما تكون قيمة المقاومة RV_1 مساوية للصفر، فى حين يساوى 20V عندما تكون قيمة المقاومة RV_1 مساوية 470Ω .

أما الشكل (ب) فإن جهد خرج المنظم يساوى 17.6 V ، بدلاً من 12 V ، وذلك لأن جهد الخرج يساوى جهد الخرج المعتاد للدائرة المتكاملة 7812 مضافاً إليه جهد الانحياز العكسى لثنائى الزينر ZD_1 أى أن :

$$V_O = 12 + 5.6 = 17.6V$$

٢ / ٥ / ٣ - المنظمات ذات الخرج القابل للمعايرة :

الجدول (٣ - ٢) يبين المواصفات الفنية لأهم الدوائر المتكاملة للمنظمات ذات الخرج القابل للمعايرة .

الجدول (٣ - ٢)

LM 317 LZ	LM 317 MP	LM 317 K	LM 317 T	LM 338 K	الطراز المواصفات الفنية
+ 100 mA	+ 500 mA	+ 1.5 A	+ 1.5 A	+ 5 A	أقصى تيار خرج
(1.2 : 37 V)	(1.2 : 37 V)	1.2 : 37 V	1.2 : 37 V	1.2 : 32V	جهد الخرج
(4 : 40 V)	(4 : 40 V)	4 : 40 V	4 : 40 V	4 : 35 V	حدود جهد الدخل

ولهذه المنظمات ثلاثة أرجل وهى رجل الدخل ، Input ، ورجل الخرج Output ، ورجل الضبط Adjust .

وتتميز منظمات الجهد الثلاثية الأرجل ذات الخرج القابل للمعايرة بأن فرق الجهد بين رجل الخرج ورجل الضبط يساوى 1.25V .

والشكل (٣ - ١٩) يوضح طريقة توصيل منظمات الجهد ذات الخرج القابل للمعايرة 317K ، 338K ، ويمكن تعيين جهد الخرج من المعادلة التالية :

$$V_{out} = 1.25 \left(1 + \frac{RV_1}{R_1} \right) \rightarrow 3.13$$

أى أن :

$$\begin{aligned} V_{out} &= 1.25 \left(1 + 0 : \frac{5000}{200} \right) \\ &= (1.25 : 32.5 V) \end{aligned}$$

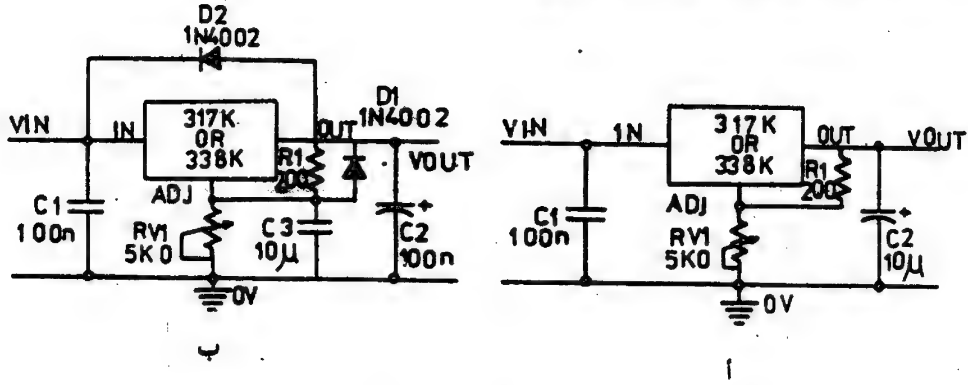
ويمكن الحصول على قيم أخرى لجهد الخرج بتغيير قيم المقاومات RV_1 ، R_1 بحيث لا تزيد R_1 عن (355Ω) .

والشكل (٣ - ٩ ب) يوضح طريقة توصيل منظمات الجهد ذات الخرج القابل للمعايرة 318k ، 317k مع حماية كاملة للمنظم من القصر عند المدخل والقصر عند المخرج .

فعندما يحدث قصر عند المدخل فإن المكثف C_2 سوف يفرغ شحنته فى مخرج المنظم

وهذا قد يسبب لانتهاء المنظم ، لذلك يوضح الثنائي D_2 لعمل مسار بديل لمرور شحنة المكثف C_2 خلاله ، ويجب أن يكون D_2 قادراً على تحمل تيار يصل إلى 15A ، وهو تيار القصر .

وبالمثل فإن الثنائي D_1 يمرر شحنة المكثف C_3 عند حدوث قصر في دخل أو خرج المنظم وبالتالي يمنع تفريغ المكثف C_3 في المنظم .



الشكل (٣ - ٩)

٦/٣ - الدوائر العملية لمصادر القدرة المنتظمة :

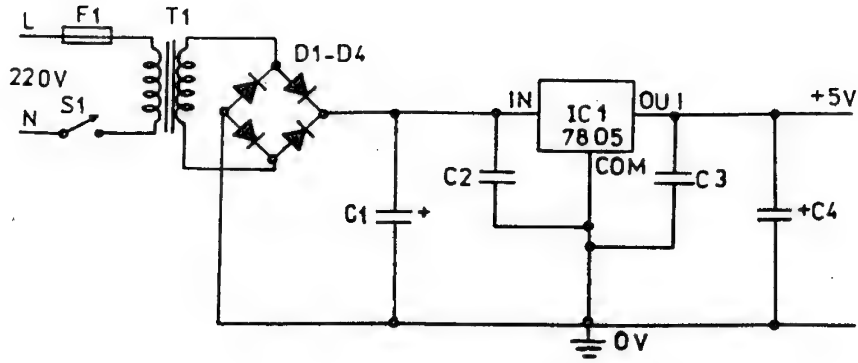
الدائرة رقم 1 :

الشكل (٣ - ١٠) يعرض دائرة مصدر قدرة منتظم له جهد خرج +5V ، والحد الأقصى لتيار الخرج يساوي 1A باستخدام منظم الجهد الثلاثي الأطراف 7805 .

عناصر الدائرة :

- C_1 مكثف كيميائي سعته 2200 μ f ويعمل عند جهد 25v .
- C_2, C_3 مكثف سيراميك سعته 100 nf .
- C_4 مكثف كيميائي سعته 10 μ f وجهة 10v .
- IC_1 دائرة متكاملة لمنظم جهد ثلاثي الأرجل طراز 7805 .
- T_1 محول خفض من 220/6V وسعته 10VA .
- $D_1 - D_4$ أربعة ثنائيات سليكونية طراز 1N 4002 .

- F_1 مصهر يعمل عند تيار 500 mA .
 S_1 مفتاح قطب واحد سكة واحدة SPST .



الشكل (٣ - ١٠)

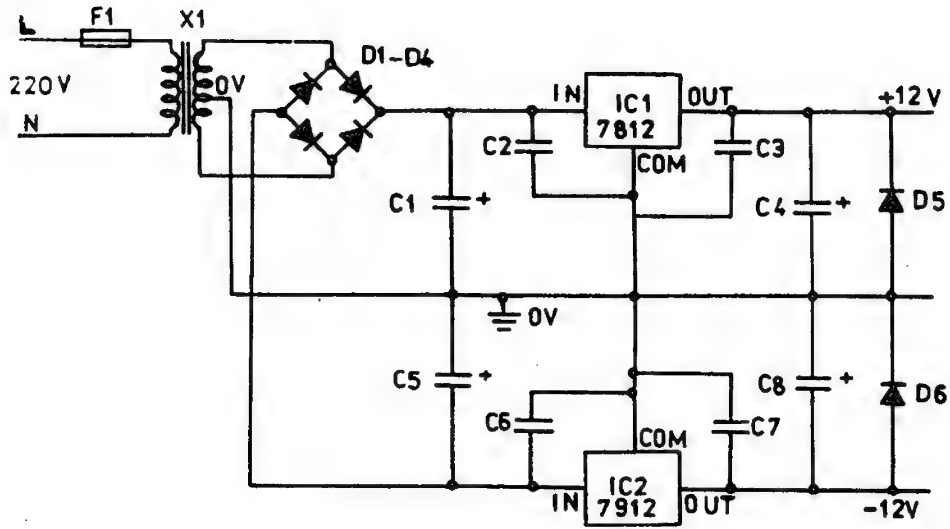
الدائرة رقم 2 :

الشكل (٣ - ١١) يعرض دائرة مصدر قدرة منتظم ومزدوج يعطى الجهود 0V , 12V +
 - 12V , والحد الأقصى لتيار الخرج يساوى 1A مستخدماً محولاً له ملف ثانوى بنقطة تفرع.

عناصر الدائرة :

- C_1, C_5 مكثفات كيميائية سعتها $2200 \mu f$ تعمل عند جهد 25V .
 C_2, C_3, C_6, C_7 مكثفات بوليستر سعتها $100 \mu f$.
 C_4, C_8 مكثفات كيميائية سعتها $10 \mu f$.
 IC_1 دائرة متكاملة لمنظم جهد له خرج موجب 12V + طراز 7812 .
 IC_2 دائرة متكاملة لمنظم جهد له خرج سالب 12V - طراز 7912 .
 $D_1 - D_4$ أربعة ثنائيات سليكونية طراز 1N 4002 .
 T_1 محول خفض جهد من 12 - 0 - 220 / 12 له نقطة منتصف
 فى الملف الثانوى وسعته 24VA .
 D_5, D_6 ثنائيات سليكونية طراز 1N 4001 .
 F_1 مصهر حماية يعمل عند 500 mA .

والجدير بالذكر أن الثنائي D_1 يعمل على حماية المنظم 7812 عند حدوث قصر على مخرجه ، في حين يعمل D_2 على حماية المنظم 7912 عند حدوث قصر على مخرجه .



الشكل (٣ - ١١)

الدائرة رقم 3 :

الشكل (٣ - ١٢) يعرض دائرة مصدر قدرة يعطى جهد خرج منظم يساوي +12V ، وتيار يصل إلى 5A مع وجود حماية ضد زيادة تيار الحمل عن 5A .

عناصر الدائرة :

منظم جهد ثلاثي الأرجل طراز 7812 .	IC_1
ترانزستور PNP طراز MJE 2955 .	Q_1
ترانزستور PNP طراز TIP 32 A .	Q_2
مصهرات حماية تعمل عند 500 mA .	F_1 , F_2
محول خفض 220V / 18V سعته 100VA .	T_1
قنطرة سليكونية مربعة طراز BR6 .	B_1

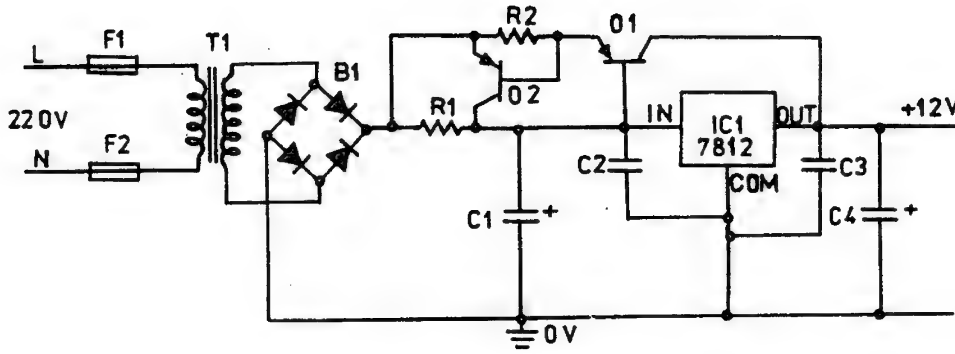
C_1 مكثف كيميائي سعته $1000 \mu F$ وجهد $25V$.

C_2, C_3 مكثفات بوليستير سعته $100 NF$.

C_4 مكثف كيميائي سعته $10 \mu F$ وجهد $16 V$.

R_1 مقاومة 10Ω وقدرتها $10W$.

R_2 مقاومة 0.12Ω .



الشكل (٣ - ١٢)

نظرية التشغيل :

عند تيارات الحمل الأقل من $600mA$ فإن فرق الجهد المتولد على أطراف المقاومة R_1 غير كافٍ لتحويل الترانزستور Q_1 لحالة الوصل ON ، ولكن عند زيادة التيار عن $600mA$ فإن فرق الجهد على أطراف المقاومة R_1 سيكون كافياً لتحويل Q_1 لحالة الوصل ، ويمر التيار عبر الترانزستور Q_1 بدلاً من المرور عبر منظم الجهد IC_1 ، وبالتالي يزداد التيار الذي نحصل عليه من الدائرة إلى $5A$.

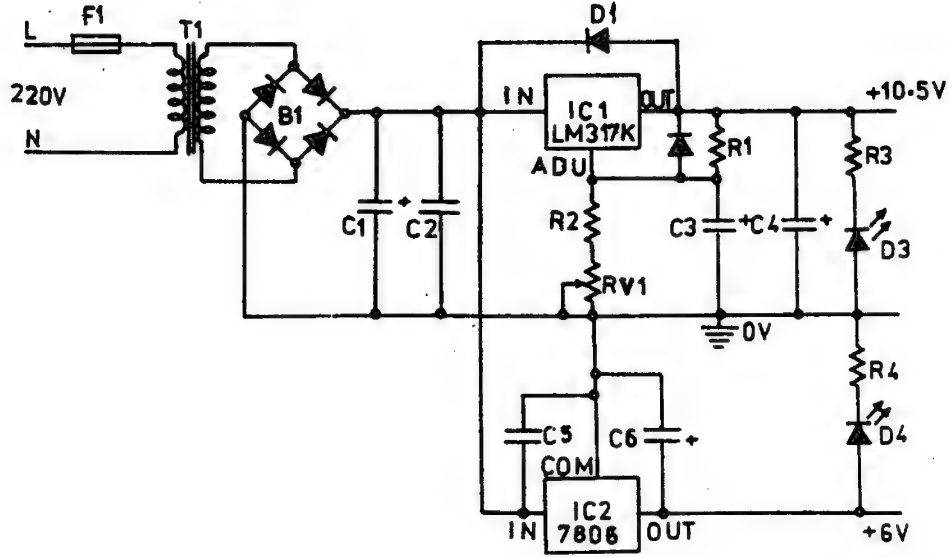
وعندما يزداد التيار المسحوب عن 5A فإن فرق الجهد المتولد على أطراف المقاومة R_2 والتي قيمتها 0.12Ω سيكون كافياً لتحويل الترانزستور Q_2 لحالة الوصل ، فيعمل هذا الترانزستور على إحداث قصر بين باعث وقاعدة الترانزستور Q_1 ، ويتحول هذا الترانزستور لحالة الفصل . وبهذه الطريقة نحصل على حماية ذاتية من ارتفاع تيار الحمل .

الدائرة رقم 4 :

الشكل (٣ - ١٣) يعرض دائرة مصدر قدرة يعطى جهد خرج منظم وثابت يساوى +6V ، وخرج منظم يمكن معايرته بواسطة المقاومة RV_1 يساوى 10.5 V + ، وتستخدم هذه الدائرة كمصدر قدرة لدائرة برمجة ذاكرات Prom ، والتي سنتناولها في الباب الثامن .

عناصر الدائرة :

منظم جهد له خرج يمكن ضبطه طراز LM 317 K .	IC ₁
منظم جهد ثابت له جهد خرج 6V طراز 7806 .	IC ₂
مقاومة كربونية $1K\Omega$.	R ₁
مقاومة كربونية $1.5 K\Omega$.	R ₂
مقاومة كربونية 680Ω .	R ₃
مقاومة كربونية 390Ω .	R ₄
مقاومة متغيرة $1K\Omega$.	RV ₁
مكثف كيميائي $1500 \mu F$ وجهد تشغيله 25V .	C ₁
مكثف سيراميك سعته 100 nF .	C ₂
مكثف كيميائي $10 \mu F$ وجهد تشغيله 25V .	C ₃ , C ₄ , C ₆
مكثف سيراميك سعته 270 nF .	C ₅
ثنائي طراز 1N 4002 .	D ₁ , D ₂
ثنائي مشع قياسى .	D ₃ , D ₄
قنطرة لها تيار أقصى 3A طراز BR3 .	B ₁
محول 220 / 14V وسعته 20VA .	T ₁



الشكل (٣ - ١٣)

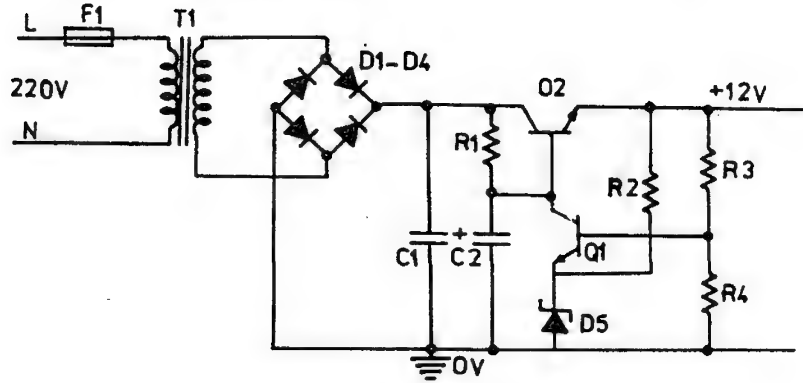
والجدير بالذكر أن كلا من D_1 , D_2 تعمل على حماية المنظم LM 317 K من القصر عند المدخل وعند المخرج .

ويضئ D_3 للإشارة عن وجود خرج للمنظم IC_1 في حين يضيئ D_4 للإشارة عن وجود خرج للمنظم IC_2 .
الدائرة رقم 5 :

الشكل (٣ - ١٤) يعرض دائرة لمصدر قدرة يعطى خرجاً منتظماً +12V وتياراً 100 mA .
عناصر الدائرة :

- | | |
|-------------|---------------------------------|
| T_1 | محول خفض 220 / 12V وسعته 3VA . |
| $D_1 - D_4$ | ثنائيات سليكونية طراز 1N 4001 . |
| D_5 | ثنائي زينر طراز BZY 88C 5V6 . |

- Q_1 ترانزستور NPN طراز BFY51 .
 Q_2 ترانزستور NPN طراز PN 108 .
 R_1 مقاومة كربونية 470Ω .
 R_2 مقاومة كربونية 1.2Ω .
 R_3 مقاومة كربونية 820Ω .
 R_4 مقاومة كربونية $1K \Omega$.
 C_1 مكثف كيميائي سعته $3300 \mu F$ وجهده $25V$.
 C_2 مكثف بوليستير سعته $0.22 \mu F$.
 F_1 مصهر سريع $500 mA$.



الشكل (٣ - ١٤)

نظرية التشغيل :

تقوم قنطرة التوحيد المؤلفة من $D_1 - D_4$ بتوحيد موجة الجهد المتغير الخارج من المحول T_1 توحيداً كاملاً ، وتكون القيمة المتوسطة للجهد المستمر غير المنتظم على أطراف المكثف C_1 مساوية $12\sqrt{2} V$ أى $16 V$ تقريباً .

ويعمل الترانزستور Q_1 كمقارن يقارن إشارة من جهد الخرج المستمر المتشكل على أطراف المقاومة R_4 مع جهد ثنائي الزينر $5.6V$ ، وأى فرق بينهما سوف يكبر بواسطة Q_1 فمثلاً : لو

انخفض جهد الخرج المستمر المنظم نتيجة لزيادة التيار فإن جهد قاعدة Q_1 سوف يقل ، وبالتالي فإن Q_1 سوف يمرر تياراً أقل فى حين أن جهد مجمع Q_1 سيزداد وهذا الجهد سينتقل لقاعدة الترانزستور Q_2 ، فيقوم Q_2 بمعاكسة النقص فى جهد الخرج ، أى أن الدائرة ستعمل على تثبيت جهد الخرج عند أى حمل .

وعادة لا يثبت Q_2 على مشنت حرارة لانخفاض التيار المار فيه (100 mA) .
والجدير بالذكر أن هذه الدائرة غير مزودة بمحدد للتيار فعند حدوث قصر على الخرج فإن Q_2 سوف يحترق .

الدائرة رقم 6 :

الشكل (٣ - ١٥) يعرض دائرة لمصدر قدرة جهد خرج يساوى 9V + وأقصى قيمة لتيار الخرج 0.4 A .

عناصر الدائرة :

محول خفض 220/12V وسعته 6VA .	T_1
أربعة ثنائيات سليكونية طراز 1N 4001 .	$D_1 - D_4$
ثنائى زينر طراز C5V6 .	D_5
دائرة متكاملة لمكبر عمليات طراز 741 .	IC_1
ترانزستور NPN طراز BD131 .	Q_1
ترانزستور NPN طراز BC107 .	Q_2
مقاومة كربونية 330Ω .	R_1
مقاومة كربونية 2.2 K .	R_2
مقاومة كربونية 1.5Ω .	R_3
مقاومة كربونية 470Ω .	R_4
مقاومة كربونية $2.2 K \Omega$.	R_5
مجزئ جهد $2.2 K \Omega$.	RV_1

-

نظرية التشغيل :

فإذا انخفض جهد الخرج نتيجة لزيادة الحمل فإن خرج المكبر سوف يكون موجباً، مما يؤدي لزيادة موصلية الترانزستور Q_1 ، وبالتالي يزداد جهد الخرج ليصل للجهد المطلوب والعكس بالعكس .

۱۴۴

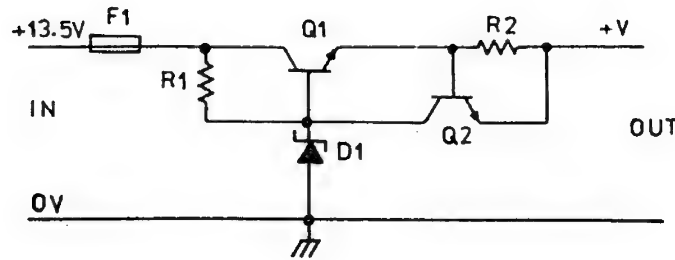
الترانزستور Q_1 بواسطة الترانزستور Q_2 فينخفض جهد الخرج . وينصح بتثبيت Q_1 على مشتب حرارة Heat sink .

٣ - ٧ دوائر منظمات الجهد المزودة بحماية ضد زيادة الجهد والتيار :
الدائرة رقم 1 :

الشكل (٣ - ١٦) يعرض دائرة منظم جهد ومحدد تيار حيث تعمل على تنظيم جهد الخرج مساوياً 6v أو 7.5v أو 9v تبعاً لقيم D_1 , R_1 وتعمل كمحدد لتيار الخرج بحد أقصى 0.3 A .

عناصر الدائرة :

Q_1	ترانزستور NPN طراز AD161 .
Q_2	ترانزستور NPN طراز BC108 .
D_1	انظر الشرح .
R_1	انظر الشرح .
R_2	مقاومة 1.8Ω وقدرها 0.5W .
F_1	مصهر حماية 500 mA .



الشكل (٣ - ١٦)

نظرية التشغيل :

تعمل هذه الدائرة كمنظم جهد ، وأيضاً محدداً لتيار الخرج (الحمل) حيث توصل هذه الدائرة مع خرج مصدر قدرة غير منتظم له جهد خرج أصغر من أو يساوى 13.5v ، حيث يعمل الترانزستور Q_1 وثنائى الزينر D_1 على تنظيم جهد الدخل غير المنتظم . وتعتمد قيمة جهد الخرج على قيمة كل من R_1 وجهد ثنائى الزينر D_1 .
والجدول (٣ - ٣) يعطى قيمة R_1 وجهد D_1 للحصول على جهود خرج مختلفة .

الجدول (٣ - ٣)

جهد الخرج (V)	D_1 400 mW	$R_1 (\Omega)$
6V	6.2V	680 Ω
7.5V	7.5V	390 Ω
9V	9.1V	220 Ω

وإذا زاد تيار الخرج عن 330 mA فإن الجهد على أطراف المقاومة R_2 سيكون كافياً لتحويل الترانزستور Q_2 لحالة الوصل ، فيحدث قصر بين قاعدة وباعث Q_1 فيتحول Q_1 لحالة القطع وينقطع خرج الدائرة .

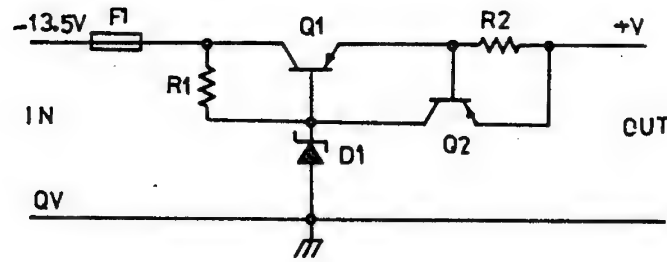
والشكل (٣ - ١٧) يعرض دائرة منظم جهد ومحدد تيار حيث تعمل على تنظيم جهد الخرج مساوياً 6V - أو 7.5V - أو 9V - تبعاً لقيم D_1 ، R_1 ، وتعمل كمحدد لتيار الخرج بحد أقصى 0.3 A .

والجدير بالذكر أن جميع مكونات هذه الدائرة لا تختلف عن الدائرة السابقة إلا فى نوع كل من Q_1 ، Q_2 .

حيث إن :

Q_1 ترانزستور PNP طراز AD162 .

Q_2 ترانزستور PNP طراز BC 258 .



الشكل (٣ - ١٧)

الدائرة رقم 2 :

الشكل (٣ - ١٨) يعرض دائرة منظم جهد مزودة بحماية ضد زيادة جهد خرج المنظم عن $+5V$ ؛ نتيجة لتلف المنظم، وهذه الدائرة تستخدم في تغذية الدوائر المتكاملة TTL لمنع زيادة الجهد للحد الذي يؤدي لتلف هذه الدوائر المتكاملة .

عناصر الدائرة :

D_1 ثنائي زينر جهده $4.7V$ وقدرته 400 mw .

Q_1 ترانزستور PNP طراز 2N 3702 .

Q_2 ثايرستور تياره $2A$ وجهده الأقصى $50V$.

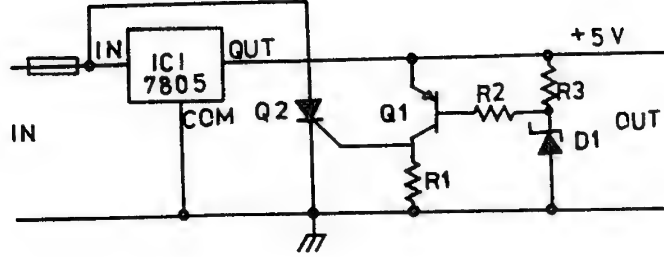
R_1 مقاومة كربونية $1K\ \Omega$.

R_2 مقاومة كربونية $47K\ \Omega$.

R_3 مقاومة كربونية $100\ \Omega$.

F_1 مصهر حماية يختار حسب تيار الدائرة الأقصى المسموح به .

IC_1 منظم جهد ثلاثي الأرجل طراز 7805 .



الشكل (٣ - ١٨)

نظرية التشغيل :

عند زيادة جهد الخرج عن جهد ثنائي الزينر بمقدار $0.7V$ فإن الترانزستور Q_1 سيتحول لحالة الوصل لوجود فرق جهد بين باعث وقاعدة هذا الترانزستور قيمته $0.7V$ متشكل على أطراف المقاومة R_3 ، فيصبح جهد مجمع الترانزستور Q_1 مساوياً لجهد المصدر ، وينتقل جهد مجمع Q_1 إلى بوابة الثايرستور Q_2 فيتحول الثايرستور لحالة الوصل فيحدث قصر على دخل منظم الجهد IC_1 ، فيزداد تيار دخل المنظم للحد الذي يؤدي لانتهاء المصهر F_1 .

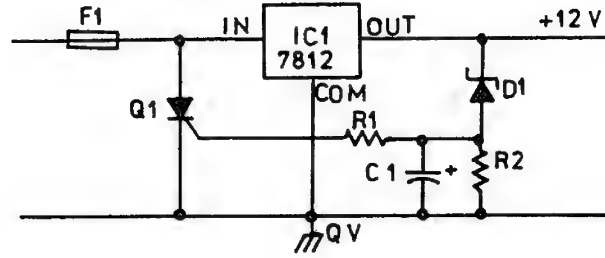
الدائرة رقم 3 :

الشكل (٣ - ١٩) يعرض دائرة منظم جهد مزودة بحماية ضد زيادة الجهد لحدود غير

آمنة للأحمال :

عناصر الدائرة :

منظم جهد ثلاثي الأرجل طراز 7812 .	IC_1
ثايرستور طراز BT 108 .	Q_1
ثنائي زينر جهده $13V$.	D_1
مقاومة كربونية 10Ω .	R_1
مقاومة كربونية 100Ω .	R_2
مكثف كيميائي سعته $1\mu F$ وجهده $16V$.	C_1
مصهر حماية يختار حسب تيار الدائرة الأقصى المسموح به .	F_1



الشكل (٣ - ١٩)

نظرية التشغيل :

توصل هذه الدائرة مع خرج مصدر قدرة غير منتظم له جهد خرج اكبر من 15V وأصغر من 18V، وتعمل هذه الدائرة على تنظيم جهد الخرج ليصبح مساوياً + 12V ، وعند زيادة جهد الخرج ليصبح 13V ينهار ثنائي الزينر D_1 فيزداد الجهد على أطراف المقاومة R_2 فينتقل جهد المقاومة R_2 لبوابة الثايرستور Q_2 ، فيشتعل الثايرستور Q_1 ويحدث قصر على أطراف دخل المنظم IC_1 ، فينهار مصهر الحماية F_1 .

الباب الرابع

المذبذبات اللامستقرة والأحادية الاستقرار

المذبذبات اللامستقرة والأحادية الاستقرار

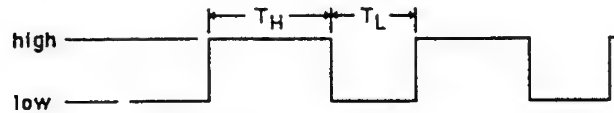
٤ - ١ مقدمة :

تعتبر المذبذبات القلب النابض في معظم أنظمة التحكم الرقمية . فبعض أنظمة التحكم الرقمية تحتاج لنبضات مربعة حتى يحدث تزامن لعملياتها ، والبعض الآخر يحتاج هذه النبضات لإجراء بعض القياسات الزمنية في حين تحتاج بعض الأنظمة الرقمية لنبضة واحدة بزمان محدد لإجراء بعض العمليات وهكذا .

لذلك سنتناول في هذا الباب المذبذبات العديمة الاستقرار Astable .

وهذه المذبذبات تقوم بتوليد مذبذبات مربعة متكررة .

وكذلك المذبذبات وحيدة الاستقرار Monostable ، وهي تقوم بتوليد نبضة واحدة بزمان محدد عند إشعالها، وهذه النبضة تكون عالية أو منخفضة . أما المذبذبات العديمة الاستقرار Astable Multivibrators فتسمى - أحياناً - بالمذبذبات الحرة Free Running multivibrators ، وتقوم بتوليد موجات مربعة كما بالشكل (٤ - ١) .



الشكل (٤ - ١)

حيث يتغير جهد هذه الموجات بين قيمتين ثابتتين وهما : الجهد العالي V_{high} ، والجهد المنخفض V_{low} ويكون زمن بقاء الجهد عالياً T_H ، وزمن بقاء الجهد منخفضاً T_L ، ويعرف معامل دورة الخدمة Duty cycle بالمعادلة التالية :

$$D = \frac{T_H}{T_H + T_L} \rightarrow 4.2$$

ويكون زمن الدورة مساوياً :

$$T = T_H + T_L \rightarrow 4.2$$

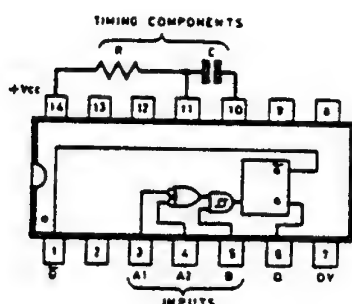
ويكون تردد المذبذب العديم الاستقرار مساوياً :

$$T = \frac{1}{T} \rightarrow 4.3$$

٢/٤ - الدوائر المتكاملة TTL للمذبذبات الأحادية الاستقرار:

يوجد أنواع مختلفة من الدوائر المتكاملة TTL تعمل كمذبذبات أحادية الاستقرار مثل

الدوائر التالية : 74121 , 74122, 74123 .



والفرق بين هذه الدوائر المتكاملة في طريقة

إشعالها فالأول : يسمى (مجدد الإشعال)

Retriggerable ، حيث يمكن تكبير زمن نبضة

الخروج بإرسال نبضتي إشعال للدخل ، الزمن بينهما

أقل من زمن نبضة الخرج عند إرسال نبضة إشعال

واحدة. والثاني : يسمى غير مجدّد الإشعال

Not Retriggerable أي لا يمكن تغيير زمن

نُبْضَةُ الْخَرْجِ بِإِرسَالِ نُبْضَاتِ دُخُلٍ مُتَلَاخِقَةٍ .

وسوف نتناول في هذه الفقرة الدائرة المتكاملة

74121 ، وهي غير مجددة للإشعال . والشكل

(٤ - ٢) يبين طريقة توصيل مقاومة R ومكثف

C مع الدائرة المتكاملة 74121 للحصول على

مذهب أحادي الاستقرار ، وكذلك جدول الحقيقة

4.

وتحدد المداخل A_1, A_2, B طريقة الإشعال .

وهناك ثلاثة طرق مختلفة للإشعال :

١ - يوصل A_1, A_2 بجهد منخفض LOW وبالتالي يمكن إشعال المذبذب عند وصول

نبضة للمدخل B عند الحافة الصاعدة .

٢- يوصل B , A₁ بجهد عال (High) وبالتالي يمكن إشعال المذبذب بوصول نبضة

للمدخل A_7 عند الحافة الهابطة .

INPUTS			OUTPUTS	
\bar{A}_1	\bar{A}_2	B	Q	\bar{Q}
L	X	H	L	H
X	L	L	L	H
X	X	X	L	H
H	H	H	L	H
L	H	H	L	H
H	L	H	L	H
L	X	H	L	H
X	L	H	L	H

H = HIGH voltage level
L = LOW voltage level
X = Don't care
↑ = LOW-to-HIGH transition
↓ = HIGH-to-LOW transition

الشكل (٤ - ٢)

٣ - يوصل B , A_2 بجهد عالٍ وبالتالي يمكن إشعال المذبذب بوصول نبضة للمدخل A_1

عند الحافة الهابطة ونحصل على زمن النبضة الخارجة من العلاقة التالية :

$$t = 0.693 RC \rightarrow 4.4$$

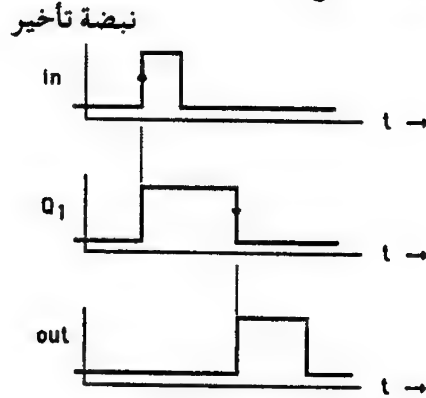
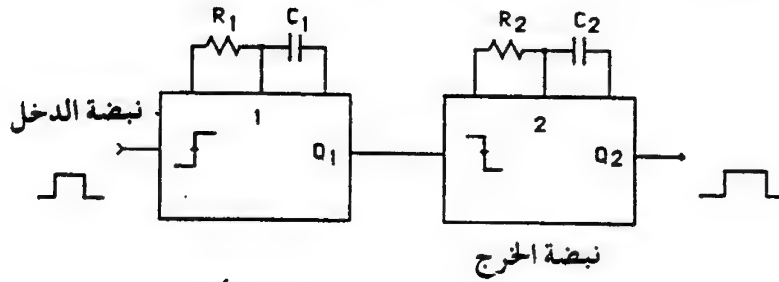
علماً بأن :

قيمة R تتراوح ما بين $(1.5 k \Omega : 40 k \Omega)$.

وقيمة C تتراوح ما بين $(30 pf : 1000 \mu f)$.

ويتراوح هذا الزمن ما بين $(30 ns : 28 S)$.

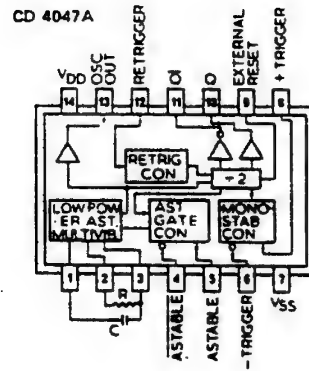
وتستخدم هذه الدائرة المتكاملة في زيادة زمن النبضات القصيرة ، وأيضاً لعمل إزاحة زمنية لنبضة ما . مستخدماً فكرة أنه يمكن إشعالها بنبضة عند الحافة الصاعدة ، ونبضة أخرى عند الحافة الهابطة . والشكل (٤ - ٣) يبين المخطط البلوكي للدائرة المستخدمة لعمل إزاحة زمنية لنبضة ما ، وشكل نبضات الدخل والخروج حيث يتم إدخال النبضة الداخلة على المدخل (B) مع توصيل المدخلين A_1, A_2 بجهد منخفض ، وذلك للدائرة المتكاملة الأولى ، بينما يسمح لخارج الدائرة المتكاملة الأولى بالدخول على المدخل A_2 وتوصيل المدخلين B , A_1 للدائرة المتكاملة الثانية بجهد عالٍ .



الشكل (٤ - ٣)

٣/٤ - الدوائر المتكاملة CMOS للمذبذبات :

من أشهر الدوائر المتكاملة CMOS للمذبذبات ، هي الدائرة المتكاملة CD 4047 A ، وتستخدم كمذبذب أحادي الاستقرار ومذبذب لا مستقر ، والدائرة المتكاملة CD 4528 B ، وتحتوى على مذبذبين لا مستقرين مجددي الإشعال .
والشكل (٤ - ٤) يعرض المسقط الأفقى للدائرة المتكاملة 4047



الشكل (٤ - ٤)

التعريف بأرجل الدائرة المتكاملة :

- | | |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| الرجل 1 : المكثف C . | الرجل 8 : إشعال . |
| الرجل 2 : المقاومة R . | الرجل 9 : تحرير . |
| الرجل 3 : المكثف C والمقاومة R . | الرجل 10 : المخرج . |
| الرجل 4 : معكوس دائرة لا مستقرة . | الرجل 11 : معكوس المخرج . |
| الرجل 5 : دائرة لا مستقرة . | الرجل 12 : مجدد إشعال . |
| الرجل 6 : إشعال . | الرجل 13 : خرج المذبذب . |
| الرجل 7 : مخرج المذبذب . | الرجل 14 : جهد المصدر V_{DD} . |

نظرية التشغيل :

تمتاز هذه الدائرة المتكاملة بأنها يمكن أن تعمل كمذبذب لا مستقر ومذبذب أحادي الاستقرار ، كما أنها لا تحتاج إلا لمكثف خارجي واحد عادي ، وليس كيميائياً ومقاومة واحدة ولها ثلاثة مخارج وهي Q , \bar{Q} , وخرج المذبذب .
أولاً : استخدامهما كمذبذب لا مستقر :

توصل الأرجل 4, 5, 6, 14 بالجهد V_{DD} والأرجل 8, 9, 12 بالجهد V_{SS} ، ويكون تردد الخرج على المخارج Q , \bar{Q} يساوي

$$F = F_{\bar{Q}} = F_Q = \frac{0.23}{RC} \rightarrow 4.5$$

ويكون تردد الخرج على مخرج المذبذب (الرجل 13) مساوياً

$$F_O = 2F = \frac{0.46}{RC} \rightarrow 4.5$$

ويمكن تحرير خرج المذبذب في أي لحظة بوصول إشارة عالية لدخل التحرير 9

ثانياً : استخدامهما كمذبذب أحادي الاستقرار :

توصل الأرجل 4, 14 بالجهد V_{DD} والأرجل 5, 6, 7, 9, 12 بالجهد V_{SS} ، وعند الحافة الصاعدة للجهد على مدخل الإشعال 8 تخرج نبضة من المخارج Q , \bar{Q} زمنها يساوي

$$T = 2.5 RC \rightarrow 4.7$$

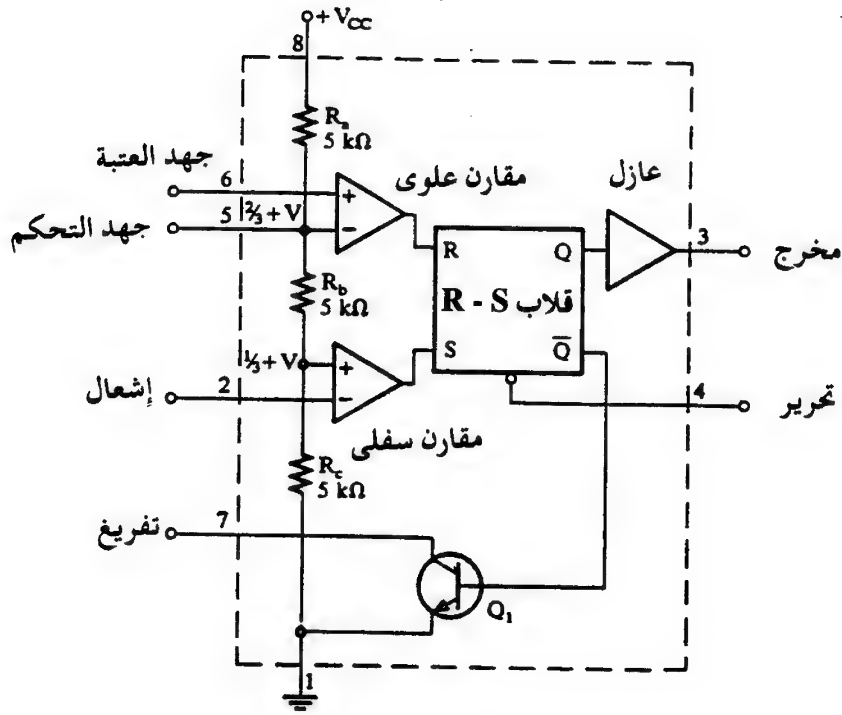
أما عند توصيل الأرجل 4, 8, 14 مع الجهد V_{DD} والأرجل 5, 7, 9, 12 مع الجهد V_{SS} ، وعند الحافة الهابطة للجهد على مدخل الإشعال 6 نحصل على نبضة من المخارج Q , \bar{Q} زمنها لا يختلف عن الحالة السابقة أي يساوي :

$$T = 2.5 RC$$

ويمكن تحرير خرج المذبذب في أي لحظة بوصول إشارة عالية لدخل التحرير 9 .

٤ / ٤ - المؤقت 555 : The 555 Timer

يتواجد المؤقت 555 في صورة دائرة متكاملة تبني من دائرة رقمية وتناظرية ، حيث تحتوي على عناصر رقمية وعناصر تناظرية ، فهي تحتوي على مكبرى عمليات يستخدمان كمقارنات ، وتحتوي على قلابين R - S بالإضافة إلى عازل buffer للخروج ، ويقوم بزيادة مستوى تيار خرج المؤقت وتحتوي أيضاً على ترانزستور يعمل كمفتاح .
والشكل (٤ - ٥) يبين التركيب البنائي للمؤقت NE 555 .



الشكل (٤-٥)

التعريف بأرجل المؤقت 555 :

الرجل 1 : الأرضى .

الرجل 8 : الجهد الموجب V_{CC} ويتراوح ما بين (5 : 15v) ويجب ألا يتعدى 18V .

الرجل 3 : خرج المؤقت وله حالتان منخفضة L ويساوى 0V ، وعالية H ويساوى +Vcc .

الرجل 2 : مدخل الإشعال الذى يتصل بالمقارن السفلى ، فعندما يكون الجهد على مدخل الإشعال أقل من $\frac{1}{3}V_{CC}$ ؛ فإن خرج المقارن السفلى يكون عالياً H فيحدث إمساكاً للقلاب وتصبح حالة المخرج Q للقلاب عالية .

الرجل 5 : مدخل جهد التحكم يستخدم فى التضمين Modulation .

الرجل 6 : مدخل جهد العتبة فإذا زاد جهد العتبة عن جهد التحكم فإن المقارن العلوى سوف يعطى خرجاً عالياً H يعمل على تحرير القلاب ويصبح خرج القلاب منخفضاً .

وعادة يوصل هذا الطرف مع مكثف خارجى بالأرض .

الرجل 7 : تفريغ المكثف الذى يوصل بالرجل 6 والمستخدم لتحديد زمن الذبذبات فإذا كان خرج \bar{Q} عالياً (H) فإن الترانزستور Q_1 سيتشبع مما يجعل المكثف يقوم بتفريغ شحنته خلال مقاومة الترانزستور والتى تكون صغيرة جداً .

الرجل 4 : مدخل التحرير وعادة يوصل مع الجهد الموجب للمنبع +Vcc عندما لا يكون هناك حاجة لتحرير خارجى .

١/٤/٤ - عائلة المؤقتات 555 :

توجد عدة أشكال للمؤقتات 555 وهم كما يلى :

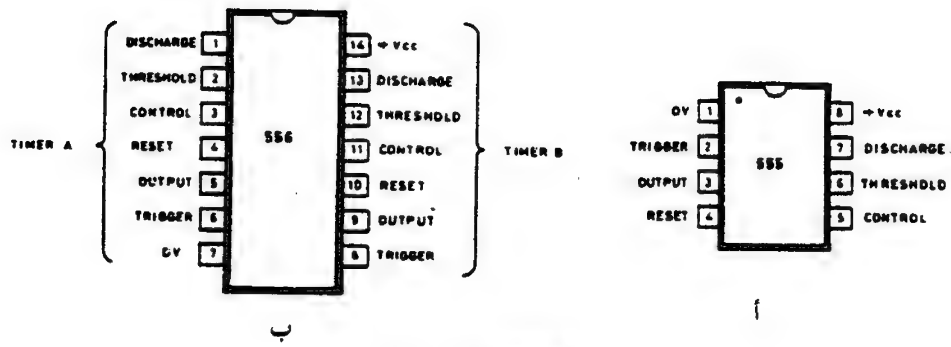
أ- المؤقت 555 القياسى طراز NE 555 : وهو يكون فى صورة دائرة متكاملة مزدوجة الصفوف DIL بثمانية أرجل ، ويعمل هذا المؤقت حتى مدى واسع من جهد المصدر يتراوح ما بين 18V : 4.5 وتيار دخله يساوى 10mA : 3 وتيار خرجة يصل إلى 200mA .

ب- المؤقت 555 القليل القدرة CMOS طراز ICM 7555 IPA : وهو يكون فى صورة دائرة متكاملة مزدوجة الصفوف DIL بثمانية أرجل ، ويعمل هذا المؤقت فى مدى

واسع من جهد المصدر يتراوح ما بين 18V : 2 و تيار دخله 120 mA ولكن تيار خرجه صغير، ولكنه قادر على تغذية دائرتين متكاملتين TTL .

جـ- المؤقت 555 المزدوج طراز NE 556 A : وهذا المؤقت يحتوى على مؤقتين 555 قياسيين ويكون فى صورة دائرة متكاملة مزدوجة الصفوف DIL بأربعة عشر رجلاً . ويمكن استعمال كل مؤقت بشكل مستقل تماماً .

والجدير بالذكر أن خواص هذا المؤقت لا تختلف عن خواص المؤقت 555 القياسى .
د- المؤقت 555 المزدوج والقليل الطاقة CMOS طراز ICM 7556 IPA : ويحتوى هذا المؤقت على مؤقتين 555 قليلا الطاقة ويكون فى صورة دائرة متكاملة مزدوجة الصفوف DIL بأربعة عشر رجلاً . ويمكن استعمال كل مؤقت بشكل مستقل تماماً . والجدير بالذكر أن هذا المؤقت يتمتع بنفس الخواص الكهربائية للمؤقت ICM 7555 IPA .
الشكل (٦-٤) يعرض المسقط الأفقى لمؤقت 555 (الشكل أ) وكذلك مؤقت 556 (الشكل ب) .

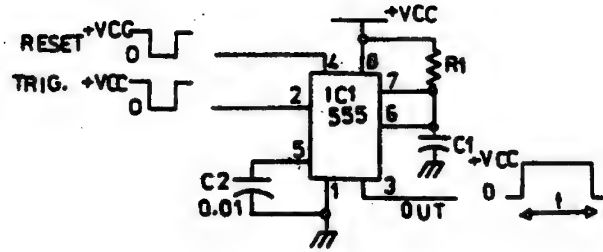


الشكل (٦ - ٤)

٥/٤- الدوائر العملية للمذبذبات الأحادية الاستقرار

الدائرة رقم 1:

الشكل (٧-٤) يعرض دائرة مذبذب أحادى الاستقرار باستخدام المؤقت : NE 555 .



الشكل (٤ - ٧)

عناصر الدائرة :

IC₁ : دائرة متكاملة لموقت NE 555

R₁ : انظر الشرح .

C₁ : انظر الشرح .

C₂ : مكثف كيميائي سعته 0.01μf وجهده 1

نظرية التشغيل :

عند وصول نبضه للمدخل 2 (مدخل الإشعال) تخرج نبضة عالية من المخرج 3 زمنها

يساوى :

$$T = 1.1 R_1 C_1$$

علماً بأن الجهد V_{CC} يتراوح ما بين 4.5 : 16V ويتراوح تيار الدخل ما بين 10 mA : 3

فى حين أن تيار المخرج يمكن أن يصل إلى 200 mA .

ويتراوح زمن النبضة الخارجة t ما بين (1ms : 30 ms)

وتتراوح قيمة المقاومة الكربونية R₁ ما بين (1KΩ : 3.3MΩ)

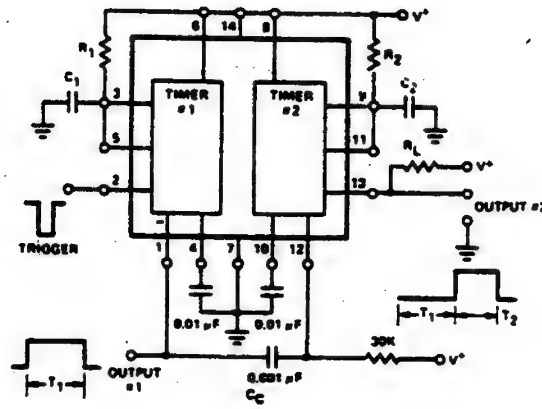
فى حين تتراوح سعة المكثف الكيميائي C₁ ما بين (470 pf : 470 μf) وعند وصول نبضة

منخفضة للمدخل 4 يحدث تحرير للمخرج المؤقت ويقوم المكثف C₂ بمنع حدوث أى ضوضاء

يؤدى لتغير زمن النبضة المحسوب .

الدائرة رقم 2

الشكل (٨-٤) يعرض دائرة مذبذب احادى الاستقرار بمخرجين مستخدماً المؤقت الزمني XR - 2556 والذي يتكون من عدد 2 مؤقت 555 حيث يستخدم خرج المؤقت الاول فى إشعال المؤقت الثانى من خلال المكثف C_c .



الشكل (٨-٤)

نظرية التشغيل :

عند وصول نبضة منخفضة للمدخل 2 للمؤقت الاول 1 Timer # 1 تخرج من مخرج المؤقت الاول الرجل 1 نبضة زمنها يساوى :

$$T_1 = 1.1 R_1 C_1$$

وتقوم هذه النبضة بإشعال المؤقت الثانى 2 Timer # 2 من خلال المكثف C_c بعد انتهاء

الزمن T_1 ، وبالتالي تخرج نبضة من المخرج 13 للمؤقت الثانى زمنها يساوى :

$$T_2 = 1.1 R_2 C_2$$

علماً بأن :

قيمة T_1, T_2 تتراوح ما بين (1ms : 30 min).

وقيمة R_1, R_2 تتراوح ما بين (1KΩ : 3.3MΩ).

وقيمة C_1, C_2 تتراوح ما بين (470 pf : 470 μf).

وقيمة $V+$ تتراوح ما بين (4.5 : 16V).

وقيمة تيار دخل الرجل 2 يتراوح ما بين (3 : 10 mA).

والجدير بالذكر أن المقاومة R_L يجب أن تختار بحيث لا يتعدى تيار الخرج 200mA أى
 أن قيمة المقاومة R_L يجب ألا تتعدى 25Ω عندما يكون جهد المصدر V_{CC} يساوى +5V
 وذلك من المعادلة التالية :

$$\begin{aligned} R_L &\leq \frac{V_{CC}}{I_{L \max}} \\ &\leq \frac{5 \times 1000}{200} \\ &\leq 25 \Omega \end{aligned}$$

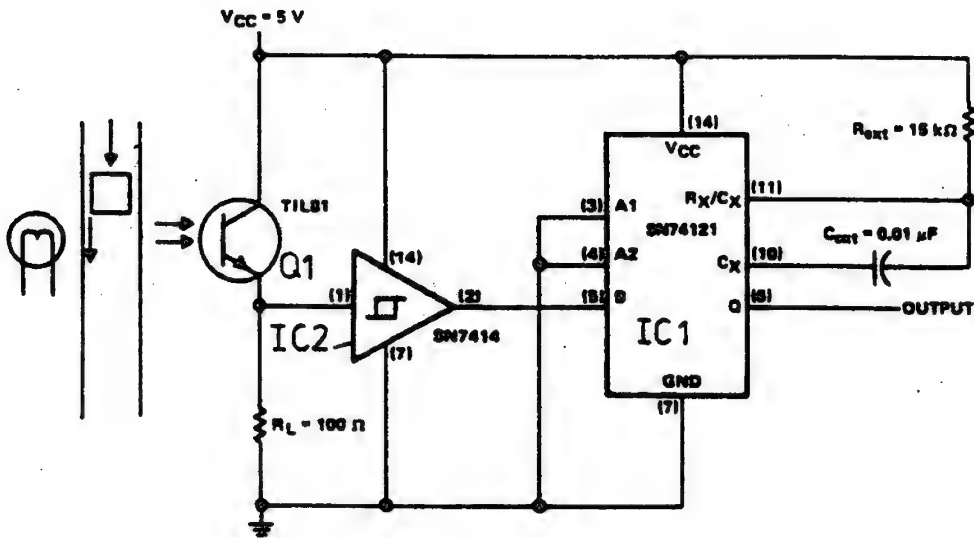
حيث إن :

V_{CC} جهد المصدر

$I_{L \max}$ تيار الحمل الأقصى

الدائرة رقم 3 :

الشكل (٤ - ٩) يعرض دائرة لتوليد نبضات ، حيث تعمل على توليد نبضة كلما قطع صندوق ماراً على السير مسار شعاع ضوئى .



الشكل (٤ - ٩)

عناصر الدائرة :

- I_{c1} دائرة متكاملة طراز SN 7414 .
 I_{c2} دائرة متكاملة طراز SN 74121 .
 R_L مقاومة كربونية 100Ω .
 R_{ext} مقاومة كربونية $15 k \Omega$.
 C_{ext} مكثف كيميائي سعته 0.01 mf وجهد $16V$.
 Q_1 ترانزستور ضوئي NPN طراز TIL 81 .

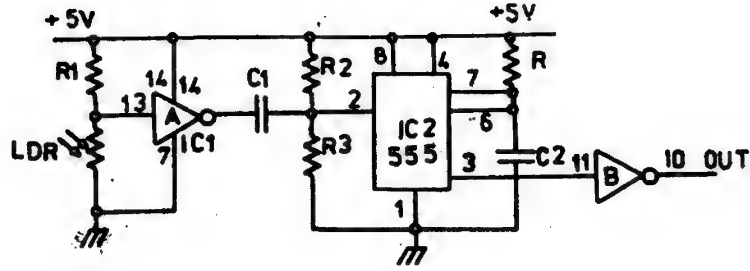
نظرية التشغيل :

يقوم مصدر الشعاع الضوئي Light Source بالمحافظة على تشبع الترانزستور Q_1 ، وبالتالي يصبح دخل بوابة Schmitt NOT طراز SN 7414 عالياً وتباعاً يصبح خرجها منخفضاً ، وبمجرد مرور صندوق على السير ينقطع الشعاع الضوئي عن الترانزستور Q_1 ، فيتحول الترانزستور لحالة القطع وبالتالي يصبح دخل بوابة Schmitt NOT منخفضاً ، فيصبح خرج هذه البوابة عالياً ، وعند انتقال خرج البوابة من منخفض لعالٍ تخرج نبضة عالية من المخرج Q زمنها T يساوي :

$$T = 0.693 R_{ext} C_{ext} = 0.1 \text{ ms}$$

الدائرة رقم 4 :

الشكل (٤ - ١٠) يعرض دائرة لتوليد نبضات عند انقطاع مسار شعاع ضوئي بواسطة مرور جسم غريب بين الشعاع الضوئي والمقاومة الضوئية LDR_1 .



الشكل (٤ - ١٠)

عناصر الدائرة :

دائرة متكاملة تحتوي على ستة عواكس طراز 7404 .	IC ₁
دائرة متكاملة لمؤقت 555 .	IC ₂
مقاومة ضوئية .	LDR ₁
مقاومة كربونية 470 k Ω .	R ₁
مقاومة كربونية 12 k Ω .	R ₂
مقاومة كربونية 8.2K Ω .	R ₃
مقاومة كربونية 1MK Ω .	R ₄
مكثف بوليستير سعته 0.22 μ f .	C ₁
مكثف كيميائي سعته 0.5 μ f وجهد 10 V .	C ₂

نظرية التشغيل :

ففى الوضع الطبيعى فإن الشعاع الضوئى الساقط من المصدر الضوئى يسقط على المقاومة الضوئية LDR₁ ، فتصبح مقاومتها مساوية 100 Ω تقريباً ، وبالتالى فإن دخل العاكس A يكون منخفضاً ، ومن ثم يصبح خرج هذا العاكس عالياً ، فيشحن المكثف C₁ ويكون خرج المؤقت 555 منخفضاً .

ولكن بمجرد انقطاع الشعاع الضوئي الساقط من المصدر الضوئي على المقاومة الضوئية LDR_1 تزداد قيمة المقاومة الضوئية LDR_1 لتصبح $1M\Omega$ ، وبالتالي يصبح دخل البوابة العاكسة A عالياً ، ومن ثم يصبح خرجها منخفضاً ، وينتج عن ذلك دائرة تفاضلية مكونة من R_1, C_1, R_3 ويعتمد زمن النبضة الناتجة على زمن قطع الجسم الغريب المار للشعاع الضوئي فتخرج نبضة عالية من الرجل 3 للمؤقت 555 ، والذي يعمل كمذبذب أحادي الاستقرار ، ويكون زمن النبضة مساوياً :

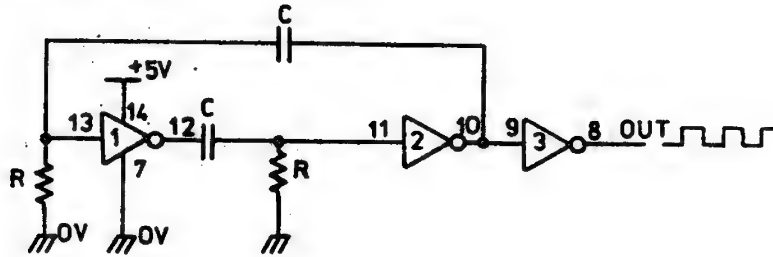
$$T = 1.1 R_4 C_2 = 0.55S$$

وبالتالي تخرج نبضة منخفضة من البوابة B .

٦ / ٤ - الدوائر العملية للمذبذبات اللا مستقرة :

الدائرة رقم 1 :

الشكل (١١ - ٤) يعرض دائرة مذبذب لا مستقر يستخدم ثلاثة عواكس طراز 7404



الشكل (١١ - ٤)

فكرة موجزة عن هذه الدائرة :

يكون تردد هذا المذبذب مساوياً :

$$F = \frac{1}{2 RC}$$

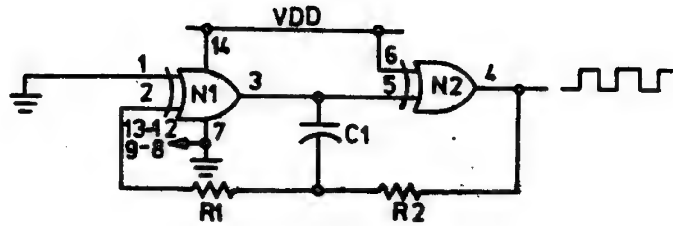
فيإذا كانت $C = 4 \mu f$; $R = 220 \Omega$ فإن

$$F = \frac{106}{2 \times 220 \times 4} = 570 \text{ HZ}$$

والجددير بالذكر أن المقاومة R تتراوح ما بين 1000Ω : 200 ، و تيار الخرج لهذا المذبذب اللامستقر يكافئ تيار خرج العاكس 7404 وهو 16 mA عند المستوى المنخفض للخرج ويساوى 0.4 mA عند المستوى العالى للخرج .

الدائرة رقم 2 :

الشكل (٤ - ١٢) يعرض دائرة مذبذب لا مستقر يولد نبضات مربعة باستخدام بوابتين XOR عائلة CMOS طراز 4070 .



الشكل (٤ - ١٢)

عناصر الدائرة :

N_1, N_2 : دائرة متكاملة طراز 4070 .

R_1, R_2 : انظر الشرح .

C_1 : انظر الشرح .

نظرية التشغيل :

إذا افترضنا أن حالة الرجل 2 للبوابة N_1 منخفضة ، فإن خرج البوابة N_1 سيكون منخفضاً هو الآخر، فى حين يصبح خرج N_2 عالياً (ارجع لجدول الحقيقة لبوابة XOR فى الفقرة ٦/٣/١ ، وبالتالي فإن المكثف C_1 سوف يشحن من خلال المقاومة R_2 ، وبعد شحن C_1 فإن دخل N_1 يصبح عالياً من خلال R_1 فينعكس كل مخرج البوابة N_1 عالياً وتباعاً يصبح خرج البوابة N_2 منخفضاً فيفرغ المكثف C_1 شحنته خلال المقاومة R_1 ، وبعد تمام تفريغ المكثف C_1 يصبح دخل N_1 منخفضاً وتكرر دورة التشغيل ، وبذلك نحصل على نبضات مربعة عند

الخروج 4 للبوابه في N_2 ، ذلك إذا كان

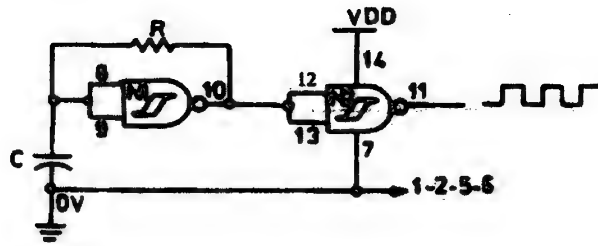
$$R_1 = R_2 = R$$

ويكون تردد خرج هذه الدائرة مساوياً .

$$F = \frac{0.6}{RC}$$

وبتغيير قيمة R, C يمكن تغيير التردد الخارج من هذه الدائرة ، علماً بأن أقصى تيار يمكن أخذه من هذه الدائرة يكافئ تيار خرج البوابه N_2 ، والجدير بالذكر أن الرجل 18 توصل بجهد موجب يتراوح ما بين 3 : 18V في حين أن الرجل 7 توصل بالأرض .

الدائرة رقم 3 :



الشكل (٤ - ١٣)

يعرض دائرة مذبذب عديم الاستقرار باستخدام بوابتين Schmitt NAND عائلة CMOS طراز 4093 .

الشكل (٤ - ١٣)

عناصر الدائرة :

N_1, N_2 دائرة متكاملة طراز 4093 .

R مقاومة كربونية $1M\Omega$.

C مكثف بوليستير سعته 33nF .

فكرة موجزة عن هذه الدائرة :

يكون تردد خرج هذا المذبذب مساوياً :

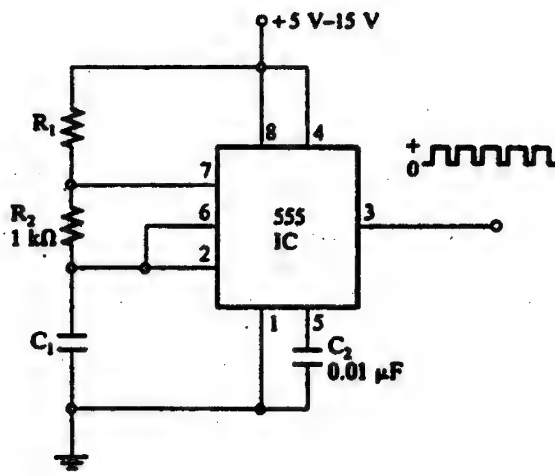
$$F = \frac{0.9}{RC}$$

$$F = 27 \text{ Hz}$$

ويتراوح الجهد V_{DD} ما بين 3 : 18V .

والجدير بالذكر أن خرج البوابة N_1 يكون مشوهاً نتيجة لتحميل المقاومة R على خرجها لذلك استخدمت البوابة N_2 لإزالة هذا التشويه ، وأقصى تيار يمكن أخذه من هذه الدائرة يكافئ تيار خرج N_2 وهو 0.5 mA تقريباً .

الدائرة رقم 4 :



الشكل (٤ - ١٤) يبين طريقة

توصيل مؤقت NE 555 للحصول

على مذبذب لامستقر .

عناصر الدائرة :

IC دائرة متكاملة لمؤقت 555.

R_1 مقاومة كربونية $10 \text{ K}\Omega$.

R_2 مقاومة كربونية $20 \text{ K}\Omega$.

C_1 مكثف بوليستير سعة

2 nF .

الشكل (٤ - ١٤)

C_2 مكثف بوليستير سعة $0.01 \mu\text{F}$.

فكرة عن هذه الدائرة :

تردد المذبذبات الخارجة من المخرج 3 يساوي :

$$F = \frac{1.44}{(R_1 + 2R_2) C_1}$$

$$= 14400 \text{ Hz}$$

معامل دورة الخدمة Duty cycle يساوي:

$$D = \frac{R_1 + R_2}{(R_1 + 2R_2) C_1}$$

$$= 0.6$$

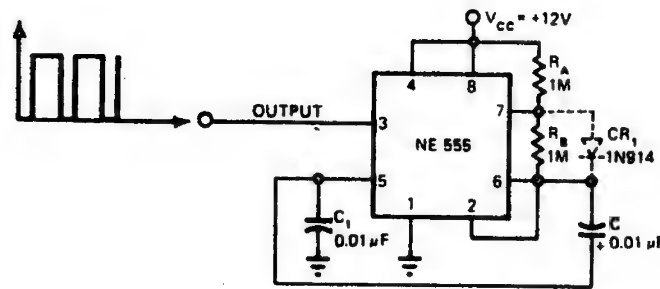
وتتراوح قيمة المقاومة الكربونية R_1, R_2 ما بين $(1.5 \text{ k}\Omega : 3.3 \text{ M}\Omega)$

وقيمة المكثف C_1 ما بين $(470 \text{ pf} : 470 \mu\text{f})$

ويجب ألا يتعدى تيار الخرج 200mA .
والجددير بالذكر أنه لا يمكن الحصول على معامل خدمة أقل من 0.5 باستخدام هذه الدائرة
مهما كانت قيم R_1 , R_2 .
الدائرة رقم 5 :

الشكل (٤ - ١٥) يعرض دائرة مذبذب لامستقر مستخدماً مؤقت NE 555 وثنائى CR_1 ، للحصول على موجة مربعة لها معامل دورة خدمة يساوى : 50 %
عناصر الدائرة :

دائرة متكاملة لمؤقت NE 555 .	IC_1
مقاومة كربونية $1M\Omega$.	R_A
مقاومة كربونية $1M\Omega$.	R_B
مكثف كيميائى سعته $0.01\mu f$ وجهد 16V .	C_1
مكثف كيميائى سعته $0.01\mu f$ وجهد 16V .	C
ثنائى طراز 1N 914 .	CR_1



الشكل (٤ - ١٥)

فكرة عن هذه الدائرة :
يشحن المكثف C من خلال المقاومة R_A ثم الثنائى CR_1 فى حين يفرغ المكثف C شحنته
خلال المقاومة R_B .

وبالتالى فإن :

$$T_H = 0.7 R_A \cdot C$$

$$T_L = 0.7 R_B \cdot C$$

$$T = T_H + T_L$$

$$T = 0.7 (R_A + R_B) C$$

$$F = \frac{1}{T} = \frac{1.43}{C (R_A + R_B)}$$

$$DC\% = \frac{T_H}{T_H + T_L} \times 100$$

$$DC\% = \frac{R_A}{R_A + R_B} \times 100$$

حيث إن :

T_H زمن بقاء الخرج عالياً

T_L زمن بقاء الخرج منخفضاً

T زمن الدوسية الكاملة

F التردد (HZ)

$DC \%$ النسبة المئوية لمعامل دورة الخدمة

فإذا كان :

$$R_A = R_B = 1M \Omega$$

فإن التردد سيساوى 71 HZ ، أما إذا كانت $R_A < R_B$ نحصل على معامل دورة خدمة

أصغر من 50% .

فمثلاً إذا كان :

$$R_A = 30 k \Omega \quad R_B = 300 k \Omega$$

فإن :

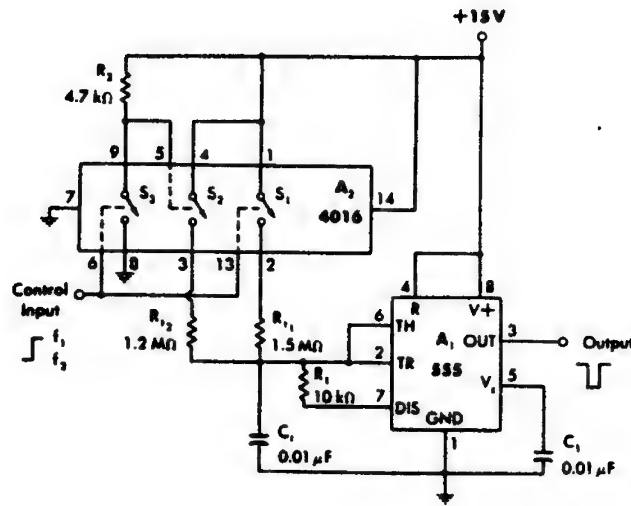
$$DC\% = \frac{30 \times 100}{300 + 30} = 9 \%$$

فى حين أن :

$$F = \frac{1.43 \times 1000}{0.01 (330)} = 433 \text{ Hz}$$

الدائرة رقم 6 :

الشكل (٤ - ١٦) يعرض دائرة مذبذب لاستقرار مبرمج باستخدام المؤقت NE 555 ، وكذلك المفتاح الثنائى الاتجاه CMOS طراز 4016.



الشكل (٤ - ١٦)

عناصر الدائرة :

- A₁ دائرة متكاملة لمؤقت طراز 555 .
- A₂ دائرة متكاملة طراز 4016 .
- R₁ مقاومة كربونية 10K Ω .
- R₂ مقاومة كربونية 4.7K Ω .
- R_{t1} مقاومة كربونية 1.5M Ω .
- R_{t2} مقاومة كربونية 1.2M Ω .
- C_t مكثف كيميائى سعته 0.01μF وجهد 16V .
- C₁ مكثف كيميائى سعته 0.01μF وجهد 16V .

فكرة عن الدائرة :

عندما يكون الجهد عند الرجل 13 و 6 للدائرة المتكاملة 4016 مرتفعاً يغلق المفتاح S_1 , S_3 فيصبح تردد الموجة الخارجة من الرجل 3 مساوياً .

$$F = \frac{1.44}{R_{t1} C_t} = 100 \text{ Hz}$$

حيث إن :

$$R_1 \ll R_{t1}$$

وعندما يكون الجهد عند الرجل 13 و 6 للدائرة المتكاملة 4016 منخفضاً يغلق المفتاح S_2 .

ويصبح تردد الموجة الخارجة من الرجل 3 للدائرة المتكاملة 555 مساوياً :

$$F = \frac{1.44}{R_{t2} C_t} = 120 \text{ HZ}$$

حيث إن :

$$R_1 \ll R_{t2}$$

الباب الخامس

الريهات الاستاتيكية Static Relay Circuits

الريهات الاستاتيكية Static Relay Circuits

١ / ٥ - مقدمة :

يتناول هذا الباب مجموعة من الدوائر العملية للريهات الاستاتيكية ، والتي تعمل بالإشارات الرقمية لوصل وفصل الاحمال الكهربائية ، ويستخدم فى هذه الدوائر الانواع المختلفة للمفاتيح الالكترونية مثل :

أ - الترانزستور عند الحاجة لوصل وفصل الاحمال الصغيرة التى تعمل بجهود مستمرة .
ب - الثايرستور عند الحاجة لوصل وفصل احمال كبيرة تعمل عند جهود مستمرة . أو جهود موحدة نصف موجة أو موجة كاملة .

ج - الترياك عند الحاجة لوصل وفصل الاحمال التى تعمل بجهود متردد .

ويستخدم أيضاً مع هذه الدوائر عناصر عزل مختلفة مثل :

أ - وحدات الارتباط الضوئية العازلة المؤلفة من :

- ثنائى مشع ومقاومة ضوئية .

- ثنائى مشع يوترانزستور ضوئى .

- ثنائى مشع وثايرستور ضوئى .

- ثنائى مشع وترياك ضوئى .

ب - محولات النبضات ، وهذه المحولات تقوم بنقل نبضات إشعال الثايرستور والترياك من دائرة التحكم إلى دائرة القدرة .

وعندما يكون خرج الدائرة الرقمية المتكاملة غير كاف لتشغيل الريلاى الإستاتيكي تستخدم بعض العناصر لرفع مستوى التيار للحد المطلوب وتوجد عدة أنواع من هذه العناصر والتي تعرف بالعناصر القائدة Drivers مثل :

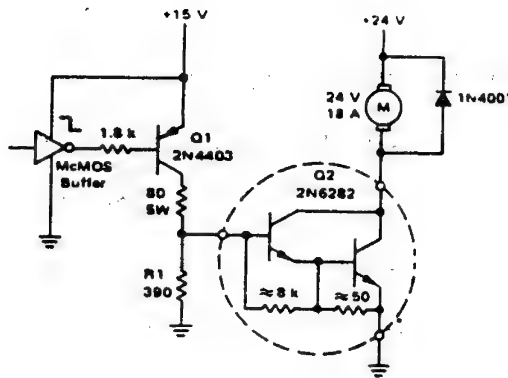
١ - ترانزستورات نوع Driver وتوجد فى صورتين NPN أو PNP .

٢ - بوابة عزل Buffer .

٣ - بوابة عاكسة Inverter .

٢/٥ - الدوائر العملية للريليات الاستاتيكية :

الدائرة رقم 1 :



الشكل (٥ - ١)

الشكل (٥ - ١) يعرض دائرة

ريلاي إستاتيكي يعمل عند وصول

إشارة رقمية منخفضة من دائرة متكاملة

عائلة CMOS ، وذلك لتشغيل محرك

كهربى مستمر عند جهد 24V وتيار

18 A ، ويستخدم عاكس طراز 4049

يعمل على قيادة الترانزستور Q₁ نوع

PNP طراز 2N 4403 ، فعند وصول

إشارة عالية لمدخل العاكس يصبح خرج العاكس منخفضاً فيتحول الترانزستور Q₁ لحالة الوصل

وتبعاً يتحول ترانزستور « دارلنجتون » Q₂ نوع NPN طراز 2N6282 لحالة الوصل ، وتكتمل

دائرة المحرك المستمر ويدور المحرك .

والجدير بالذكر أن الثنائي 1N 4001 يحمى Q₂ من القوة الدافعة الكهربائية الناتجة عند

انقطاع التيار الكهربى عن المحرك عند تغير حالة خرج العاكس من منخفض إلى عالٍ .

الدائرة رقم 2 :

الشكل (٥ - ٢) يعرض دائرة ريلاي إستاتيكي يعمل عند وصول إشارة رقمية عالية من

عاكس طراز 4049 والذي يعمل على قيادة الترانزستور Q₁ نوع PNP طراز 2N4401 فيتحول

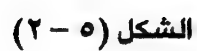
هذا الترانزستور لحالة الوصل ويعمل هذا الترانزستور بدوره على قيادة ترانزستور « دار

لنجتون » Q₂ نوع PNP طراز 2N 6285 ، فيكتمل مسار تيار المحرك المستمر ، ويقوم الثنائي

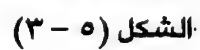
1N 4001 بحماية Q₁ من القوة الدافعة الكهربائية العكسية الناتجة عن انقطاع التيار

الكهربى عن المحرك عند تغير حالة خرج العاكس من عالٍ إلى منخفض ، ويعمل المحرك عند

جهد 24V + وتيار 18A .



الشكل (٥ - ٣) يعرض دائرة ريلاي إستاتيكي يعمل عند وصول إشارة رقمية منخفضة من دوائر متكاملة TTL .



R_3 مقاومة كربونية $1\text{ k}\Omega$.

R_4	مقاومة كربونية 470Ω
R_5	مقاومة كربونية 100Ω .
C_1	مكثف كيميائي سعته $100 \mu f$ وجهد $15V$.
C_2	مكثف هولي كربونات 100 nf وجهد $400V$.
D_1	ثنائي سليكوني طراز 1N 4004 .
ZD_1	ثنائي زينر جهده $10V$.
Q_1	ثايرستور يختار حسب تيار الحمل .
Q_2	ترانزستور NPN طراز 2N3904 .
B_1	وحدة عزل ضوئية طراز TIL112 .

نظرية التشغيل :

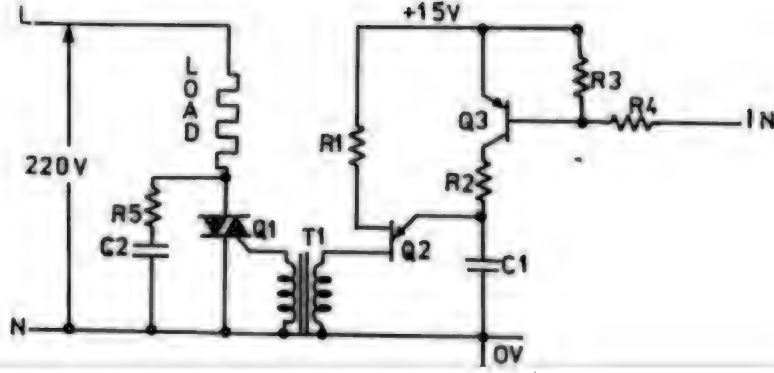
عند وصول إشارة منخفضة للمدخل IN ينبعث شعاع ضوئي من الثنائي المشع لوحدة العزل الضوئية B_1 ، فيتحول الترانزستور الضوئي لحالة الوصل ، ويصبح كمفتاح مغلق فيتحول Q_2 لحالة الوصل ويصبح هو الآخر كمفتاح مغلق ، ويلاحظ أن جهد مجمع الترانزستور Q_2 يساوي 10 VDC حيث إن D_1 يقوم بتوحيد الجهد ، ويقوم ثنائي الزينر ZD_1 بالمحافظة على جهد المجمع يساوي $+10V$ ويقوم المكثف C_1 بتنعيم هذا الجهد ، وبالتالي يصبح جهد بوابة الترياك Q_1 موجبا بالنسبة للقاعدة T_2 للترياك فيتحول الترياك لحالة الوصل ، ويمر التيار الكهربى إلى الحمل .

والجدير بالذكر أن C_2 , R_5 يمنعان تحول الترياك لحالة الوصل عندما تكون بوابته غير متعرضة لجهد وذلك عند حدوث قفزات سريعة لجهد المصدر ، حيث تشكل المقاومة R_5 والمكثف C_2 ما يسمى بالمصيدة Snubber .

والجدير بالذكر أن الترياك Q_1 فى هذه الدائرة فى حالة قطع فى الوضع الطبيعى إلى أن تصل إشارة رقمية منخفضة للمدخل IN فيتحول الترياك لحالة الوصل .

الدائرة رقم 4 :

الشكل (٥ - ٤) يعرض دائرة ريلاي إستاتيكي يعمل عند وصول إشارة رقمية منخفضة من دوائر متكاملة CMOS .



الشكل (٥ - ٤)

عناصر الدائرة :

- R_1 مقاومة كربونية 100Ω .
- R_2 مقاومة كربونية $22 K \Omega$.
- R_3 مقاومة كربونية $10 K \Omega$.
- R_4 مقاومة كربونية $10 K \Omega$.
- R_5 مقاومة كربونية 100Ω .
- C_1 مكثف سيراميك 10 nf .
- C_2 مكثف هولي كربونات 100 nf وجهد 400 V .
- Q_1 ترياك يختار حسب تيار الحمل .
- Q_2 ترانزستور UJT طراز 2 N 2646 .
- Q_3 ترانزستور PNP طراز 2 N 3906 .
- T_1 محول نبضات 1 : 1 .

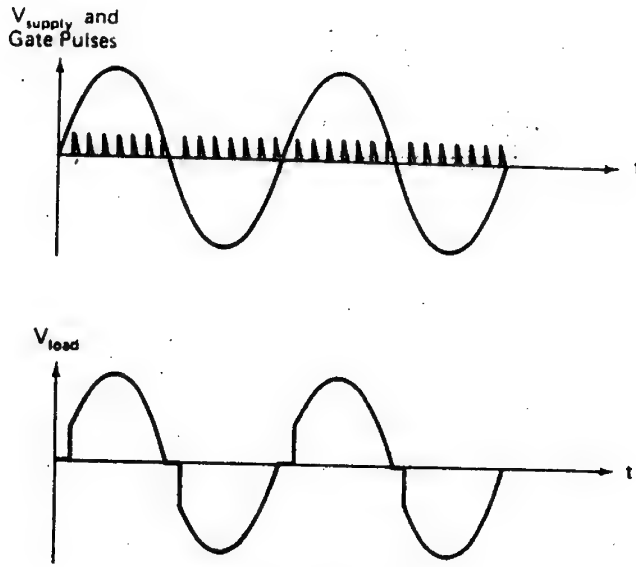
نظرية التشغيل :

عند وصول إشارة منخفضة للمدخل IN فإن الترانزستور Q_3 سيتحول لحالة الوصل فيعمل

المذبذب المتراخي المؤلف من Q_2 , C_1 , R_2 بتردد يساوي :

$$F = \frac{1}{R_2 C_1} = 4500 \text{ Hz}$$

وتنتقل هذه النبضات عبر محول النبضات T_1 لبوابة الترياك Q_1 فيتحول الترياك لحالة الوصل بعد عدة درجات من عبور موجة التيار المتردد بالصفر، وذلك نتيجة للفرق الكبير في تردد المصدر المتردد وتردد هذه النبضات .

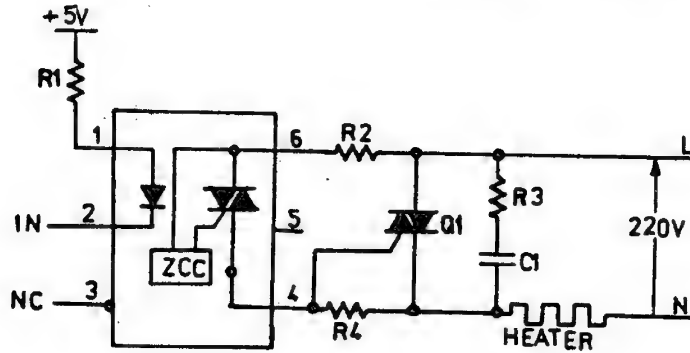


والشكل (٥ - ٥) يبين شكل موجة جهد المصدر، ونبضات إشعال الترياك، وشكل موجة الجهد على أطراف الحمل .

الشكل (٥ - ٥)

الدائرة رقم 5 :

الشكل (٦ - ٥) يبين دائرة ريلاي إلكتروني يعمل عند وصول إشارة رقمية منخفضة لدخله من دائرة متكاملة TTL، فيقوم بتشغيل ترياك لحظة عبور الجهد بالصفر لذلك يسمى هذا الريلاي بريلاي عبور الصفر Zero Crossing .



الشكل (٦ - ٥)

عناصر الدائرة :

وحدة عزل ضوئية طراز MOC 3040 أو MOC 3041 .	IC_1
مقاومة كربونية 250Ω .	R_1
مقاومة كربونية 56Ω .	R_2
مقاومة كربونية 39Ω .	R_3
مقاومة كربونية 330Ω	R_4
مكثف بولي كربونات 10 nf ويعمل عند جهد 400V	C_1
ترياك طراز TIC 226 D .	Q_1
حمل كهربي قدرته 1750 VA بحد أقصى .	R_L

نظرية التشغيل :

عند وصول إشارة منخفضة للمدخل IN ينبعث شعاع ضوئي من الثنائي المشع لوحدة الارتباط الضوئية IC_1 ، وعند عبور موجة الجهد المتردد بالصفر يتحول الترياك الضوئي لوحدة الارتباط الضوئي IC_1 لحالة الوصل ويصبح كمفتاح مغلق، فيتحول ترياك القدرة Q_1 هو الآخر لحالة الوصل ويكتمل مسار التيار للحمل .

وتعمل المقاومة R_3 والمكثف C_1 بعمل قصر على أطراف الترياك عند وجود قفزات سريعة للجهد فينخفض الجهد بسرعة عبر مقاومة الحمل R_L ، وعموما فإن المقاومة R_3 ليس لها دور في إخماد القفزات السريعة ، وينحصر دورها في تحديد تيار التفريغ للمكثف C_1 في أطراف الترياك ، وعادة تسمى دائرة المقاومة R_3 والمكثف C_1 بدائرة المصيدة Snubber .

الباب السادس

المؤقات الزمنية

المؤقتات الزمنية

٦-١ - مقدمة :

يمكن القول بأنه لا توجد أى عملية صناعية لا تحتوى بداخلها على بعض المراحل التى تجرى خلال أزمنة محددة ، ومن هنا جاءت الحاجة الماسة للمؤقتات الزمنية . والجدير بالذكر أنه يوجد عدة أنواع من المؤقتات الزمنية حسب خواص تشغيلها أهمها ما يلى

١- المؤقت الزمنى الذى يؤخر عند التوصيل Delay on Timer ، فعند وصول التيار الكهربى لهذا المؤقت ينعكس وضع ريش تلامس المؤقت بعد تأخير زمنى مقدار t (وهو الزمن المعايير عليه المؤقت) ، فتصبح الريش المفتوحة طبيعياً NO مغلقة ، والريش المغلقة طبيعياً NC مفتوحة ، وبمجرد انقطاع التيار الكهربى عن المؤقت الزمنى تعود ريش التلامس للمؤقت الزمنى لوضعها الطبيعى .

٢- المؤقت النبضى Pulse Timer وهو يعكس حالة ريشه عند وصول التيار الكهربى له وتعود ريشه لوضعها الطبيعى بعد انتهاء الزمن المعايير عليه أو عند انقطاع التيار الكهربى عنه .

٦-٢ الدوائر العملية للمؤقتات الزمنية

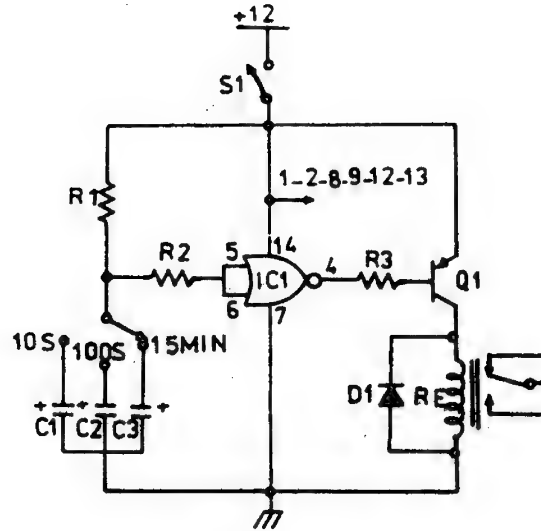
يمكن تقسيم المؤقتات الزمنية حسب أزمنة تأخيرها إلى :

- مؤقتات زمنية لها زمن تأخير واحد مثل : (10s)
- مؤقتات زمنية لها عدة أزمنة تأخير مثل : (1s, 10s, 10min)
- مؤقتات زمنية لها عدة أمدية للتأخير فمثلاً : المدى الأول يتراوح ما بين (1:12min) ، المدى الثانى يتراوح ما بين (10min:2hr) ، المدى الثالث يتراوح ما بين (100min:20hr) . وسوف نتناول الدوائر العملية لهذه الأنواع فى هذه الفقرة .

الدائرة رقم 1:

الشكل (٦-١) يعرض الدائرة العملية لمؤقت زمنى يؤخر عند التوصيل وله ثلاثة أزمنة

تأخير وهى (10s, 100s, 15min)



الشكل (٦ - ١)

عناصر الدائرة :

- R_1 مقاومة كربونية $2.2M \Omega$.
- R_2 مقاومة كربونية $10K \Omega$.
- R_3 مقاومة كربونية $1K \Omega$.
- C_1 مكثف كيميائي سعته $10\mu F$ وجهد $16V$.
- C_2 مكثف كيميائي سعته $100\mu F$ وجهد $16V$.
- C_3 مكثف كيميائي سعته $1000\mu F$ وجهد $16V$.
- Q_1 ترازستور PNP طراز 2N3906 .
- D_1 ثنائي سليكوني طراز 1N4001 .
- RE ريلاي يعمل عند جهد $12V$ ومقاومته 160Ω .
- S_1 مفتاح قطب واحد سكة واحدة .
- S_2 مفتاح بثلاثة أوضاع تشغيل .

IC₁ دائرة متكاملة تحتوي على أربع بوابات NOR طراز 4001.

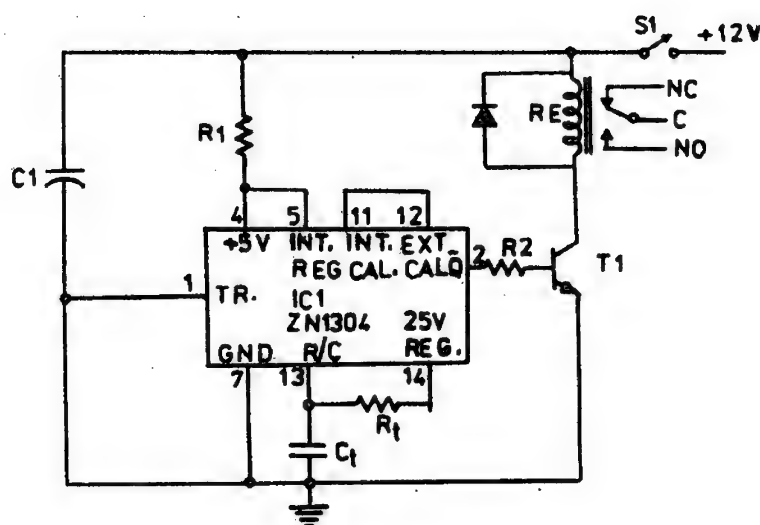
نظرية التشغيل :

عند غلق المفتاح S_1 ووضع المفتاح S_2 على وضع 10S يمر التيار الكهربى عبر المقاومة R_1 والمكثف C_1 ، فيشحن المكثف C_1 وبعد 10S تقريباً يصبح الجهد على أطراف المكثف C_1 كافياً لجعل دخل البوابة عالياً ويصبح خرج البوابة منخفضاً فيتحول الترانزستور Q_1 لحالة الوصل، ويمر التيار الكهربى فى ملف الريلاى RE ، فينعكس وضع الريشة القلاب للريلاى، وعند فتح المفتاح S_1 فإن المكثف C_1 يفرغ شحنته خلال المقاومة R_2 فى زمن صغير جداً فيصبح الجهد عند مدخل البوابة منخفضاً، وتباعاً يصبح خرج البوابة عالياً، فيتحول الترانزستور Q_1 لحالة القطع، وينقطع التيار الكهربى عن ملف الريلاى RE ، وتعود الريشة القلاب CO للريلاى لوضعها الطبيعى وبنفس الطريقة يمكن الحصول على زمن تاخير 100 S وذلك بوضع المفتاح S_2 على وضع 100 S وغلق المفتاح S_1 وكذلك يمكن الحصول على زمن تاخير (15 min) بوضع المفتاح S_2 على وضع 15 min وغلق المفتاح S_1 . وهكذا .

الدائرة رقم 2 :

الشكل (٦-٢) يعرض الدائرة العملية لمؤقت زمني يؤخر عند التوصيل وله زمن تأخير

واحد .



الشكل (٦ - ٢)

عناصر الدائرة :

- R_1 مقاومة كربونية 680Ω .
- R_t انظر الجدول (٦ - ١) .
- C_1 مكثف كيميائي سعته $1\mu f$ وجهده $16V$.
- C_t انظر الجدول (٦ - ١)
- T_1 ترانزستور NPN طراز 2N3053 .
- D_1 ثنائي سليكوني طراز 1N 4001 .
- IC_1 دائرة متكاملة لمؤقت دقيق طراز ZN 1034 .
- RE ريلاي يعمل عند جهد $12V$ ومقاومة لا تقل عن 110Ω .
- S_1 مفتاح قطب واحد سكة واحدة .

نظرية التشغيل :

عند غلق المفتاح S_1 يقوم المؤقت الزمني IC_1 بتغيير حالة المخرج \bar{Q} من منخفض إلى عالٍ بعد مرور فترة زمنية مقدارها t تعتمد على قيمة كل من R_t , C_t . والجدول (٦ - ١) يبين قيمة الزمن t عند قيم مختلفة من R_t , C_t .

الجدول (٦ - ١)

R_t	$39 k \Omega$	$22 k \Omega$	$100 k \Omega$	$1.2 M \Omega$	$3.3 M \Omega$	$2.2 M \Omega$
$C_t (\mu f)$	0.01	1	1	1	10	100
t	1 S	1 min	5 min	1 hr	1 day	1 week

حيث إن :

أسبوع : week - يوم : Day - ساعة : hr - دقيقة : min - ثانية : S .

ويمكن الحصول على زمن تأخير الدائرة المتكاملة ZN 1034 من المعادلة التالية مباشرة :

$$t = 2735 C_t R_t (s)$$

وبعد مرور الزمن t يتحول الترانزستور T_1 لحالة التشبع (الوصل) فيعمل الريلاي RE على عكس ريشته القلاب CO ، ولكن بمجرد فتح المفتاح S_1 تعود حالة المخرج \bar{Q} للمؤقت الدقيق ZN 1034 للحالة المنخفضة ، فيتحول الترانزستور T_1 لحالة القطع وينقطع التيار الكهربى عن الريلاي RE ، فتعود ريشته القلاب CO لوضعها الطبيعى .
والجدير بالذكر أن زمن تأخير الدائرة المتكاملة ZN1034 يتراوح ما بين (50 ns : 1 week) .

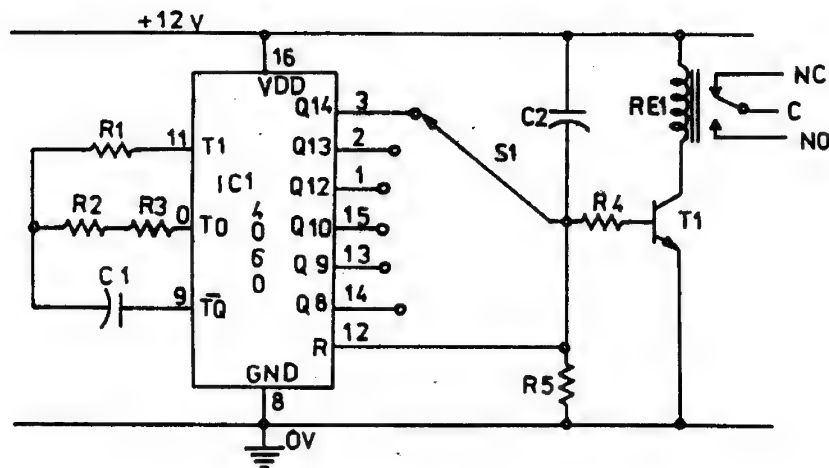
حيث إن :

$$(R_t = 5 \text{ k} \Omega : 5 \text{ M} \Omega ; C_t = 3.3 \mu\text{f} : 100 \mu\text{f})$$

علماً بأن خرج المخرج \bar{Q} (الرجل 2) هو معكوس خرج المخرج Q (الرجل 3) ، وتصل شدة التيار الداخل والخارج من هذا المؤقت 25 mA .

الدائرة رقم 3 :

الشكل (٦ - ٣) يعرض الدائرة العملية لمؤقت زمنى يؤخر عند التوصيل وله ستة أزمنة تأخير يمكن اختيار أحدها بواسطة المفتاح S_1 .



الشكل (٦ - ٣)

عناصر الدائرة :

- R_1 مقاومة كربونية $1.8 \text{ M } \Omega$
- R_2 مقاومة كربونية $4.7 \text{ M } \Omega$
- R_3 مقاومة كربونية $100 \text{ K } \Omega$
- R_4 مقاومة كربونية $1 \text{ k } \Omega$
- R_5 مقاومة كربونية $470 \text{ k } \Omega$
- C_1 مكثف كيميائي سعته $0.5 \mu\text{f}$ وجهد 16V
- C_2 مكثف كيميائي سعته $0.022 \mu\text{f}$ وجهد 16V
- T_1 ترانزستور NPN طراز BC 147
- IC_1 دائرة متكاملة لعداد ثنائي بمذبذب ويعمل العداد كمقسم لتردد المذبذب طراز 4060
- RE_1 ريلاي يعمل عند جهد $12\text{V} +$ وله مقاومة 500Ω
- S_1 مفتاح دوار له ستة مواضع مختلفة

نظرية التشغيل :

عند وصول التيار الكهربى لهذه الدائرة يعمل مذبذب الدائرة المتكاملة IC_1 بتردد يساوى :

$$F = \frac{1}{2.2 C_1 (R_2 + R_3)}$$

$$F = 0.19 \text{ HZ}$$

وبالتالى فإن زمن الدورة الواحدة يساوى :

$$T = \frac{1}{F} = \frac{1}{0.19} = 5.3 \text{ sec}$$

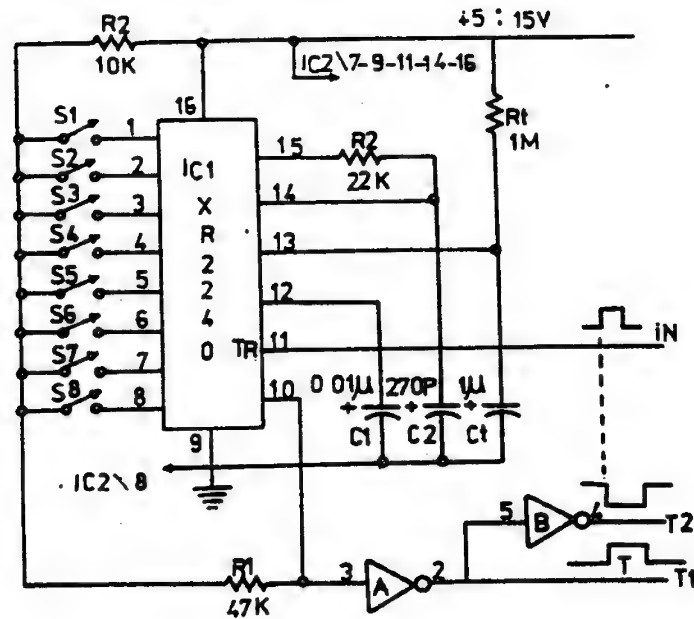
وتقوم الدائرة المتكاملة أيضاً بعد النبضات الخارجة من هذا المذبذب الداخلى وإخراج عدد النبضات فى صورة ثنائية من المخرج $Q_4 - Q_{13}$ ، فمثلاً تصبح حالة المخرج n عالية بعد مرور زمن مقداره T_n يساوى :

$$T_n = 2^n T$$

على سبيل المثال :إذا كان المفتاح S_1 موضوعاً على الرجل 3 ، والتي تقابل المخرج Q_{14} فإن حالة هذا المخرج ستصبح عالية بعد زمن يساوى $(2^{14} \times 5.3 \text{ sec})$ أى : بعد حوالى 24 hr فيتحول الترانزستور T_1 لحالة الوصل ويمر التيار الكهربى فى الملف الريلاى RE_1 ، فيقوم الريلاى بعكس حالة ريشته القلاب .

الدائرة رقم 4 :

الشكل (٦ - ٤) يعرض الدائرة العملية لمؤقت زمنى نبضى يمكن برمجته بواسطة المفاتيح $S_1 - S_8$.



الشكل (٦ - ٤)

عناصر الدائرة :

R_1 مقاومة كربونية $47 \text{ K } \Omega$

R_2 مقاومة كربونية $10 \text{ k } \Omega$

R_t مقاومة كربونية $1 \text{ M}\Omega$

- C_1 مكثف كيميائي سعته $0.01 \mu f$ وجهده $16V$.
- C_2 مكثف كيميائي سعته $270 Pf$ وجهده $16V$.
- C_t مكثف كيميائي سعته $1 \mu f$ وجهده $16V$.
- IC_1 دائرة متكاملة لمؤقت مبرمج طراز XR 2240 .
- IC_2 دائرة متكاملة تحتوى على ستة عواكس طراز 4049 .
- $S_1 - S_8$ ثمانية مفاتيح قطب واحد سكة واحدة .

نظرية التشغيل :

يعتمد زمن النبضة العالية التى تخرج من T_1 ، والذى يساوى زمن النبضة المنخفضة التى تخرج من T_2 على أوضاع المفاتيح $S_1 - S_8$.
 فمثلاً عند غلق المفاتيح S_1, S_2, S_8 ووصول نبضة عالية لدخل الدائرة المتكاملة XR2240 (الرجل 11) فإن زمن النبضات الخارجة من T_1, T_2 يساوى .

$$T = NT_B$$

حيث إن :

N هو مجموع رتب المفاتيح المغلقة .

T_B زمن أساس المؤقت الزمنى XR 2240 والذى يساوى :

$$T_B = R_t C_t$$

علماً بأن رتبة المفتاح رقم n تساوى 2^{n-1} فمثلاً رتبة المفتاح رقم 1 تساوى 2^0 وهكذا

أى أن :

$$N = 2^0 + 2^1 + 2^5 = 35$$

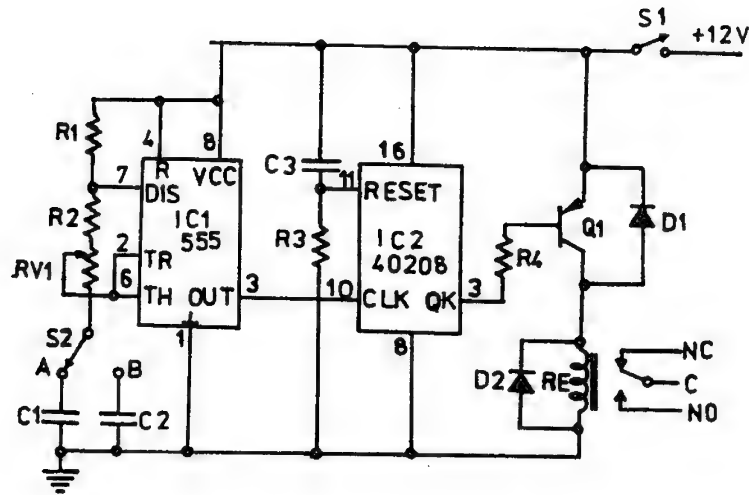
وبالتالى فإن :

$$\begin{aligned} T &= n R_t C_t \\ &= 35 \times 10^{-6} \times 10^6 = 35 S \end{aligned}$$

والجدير بالذكر أنه يمكن تحرير الدائرة المتكاملة XR 2240 ، وإعادة حالة المخرج T_1 للحالة المنخفضة ، وحالة المخرج T_2 للحالة العالية وذلك عند وصول نبضة عالية لدخل التحرير (الرجل 10) .

الدائرة رقم 5 :

الشكل (٥ - ٦) يعرض الدائرة العملية لمؤقت نبضي له عدد 2 مدى زمني ، المدى الاول : يتراوح ما بين 10 min : 1 و المدى الثاني : 100 min : 10 .



الشكل (٥ - ٦)

عناصر الدائرة :

R_1 مقاومة كربونية $2.2 \text{ k}\Omega$

R_2 مقاومة كربونية $39 \text{ k}\Omega$

R_3 مقاومة كربونية $1 \text{ M}\Omega$

R_4 مقاومة كربونية $6.8 \text{ k}\Omega$

RV_1 مقاومة متغيرة $470 \text{ k}\Omega$

C_1	مكثف بوليستير سعته 100 nf .
C_2	مكثف بوليستير سعته 1 μ f .
C_3	مكثف بوليستير سعته 100 nf .
D_1, D_2	ثنائي سليكوني طراز 1N 4001 .
T_1	ترانزستور PNP طراز 2 N 3906 .
IC_1	دائرة متكاملة لمؤقت 555 .
IC_2	دائرة متكاملة لعداد ثنائي له 14 مخرجاً ثنائياً طراز 4020 B .
RE	ريلاى يعمل عند جهد 12V ومقاومته أكبر من 120 Ω .
S_1	مفتاح قطب واحد سكة واحدة .
S_2	مفتاح قطب واحد سكتين .

نظرية التشغيل :

عند غلق المفتاح S_1 يعمل المؤقت 555 كمذبذب لا مستقر تردده يعتمد على وضع المفتاح S_2 ، فعند وضع المفتاح S_2 على الوضع A فإن التردد الخارج من المؤقت 555 يساوى :

$$F = \frac{1.44}{C_1 [R_1 + 2(R_2 + RV_1)]}$$

$$= 10 \text{ Hz} : 125 \text{ HZ}$$

ويكون زمن الدورة الكاملة مساوياً :

$$T = \frac{1}{F}$$

$$= 0.008 : 0.1 \text{ S}$$

أما عند وضع المفتاح S_2 على الوضع B فإن التردد الخارج من المؤقت 555 يساوى :

$$F = \frac{1.44}{C_2 [R_1 + 2(R_2 + RV_1)]}$$

$$F = 10 : 12.5 \text{ Hz}$$

ويكون زمن الدورة الكاملة مساوياً :

$$T = \frac{1}{F} = 0.08 : 1S$$

ويقوم العداد IC_2 كمقسم للتردد يكون حالة المخرج Q_{14} عالياً بعد تأخير زمني يساوي

$$t = 8192 T$$

حيث إن T هو زمن الدورة الكاملة النبضات الخارجة من المؤقت 555 ، ويتحول الترانزستور Q_1 لحالة الوصل بمجرد غلق المفتاح S_1 ، ويمر التيار الكهربى فى ملف الريلاى RE ، وتنعكس وضع الريشة القلاب الخاصة به .

وبعد مرور الزمن المعايير عليه المؤقت الزمني t يصبح خرج العداد IC_2 عالياً ، فيتحول الترانزستور Q_1 لحالة القطع ، وينقطع التيار الكهربى عن ملف الريلاى RE ، وتعود الريشة القلاب للمؤقت الزمني لوضعها الطبيعى .

والجدير بالذكر أنه يمكن تغير الزمن المعايير عليه المؤقت الزمني فى المدى الاول ، وكذلك فى المدى الثانى بواسطة المقاومة المتغيرة RV_1 ، ويعمل المؤقت على المدى الاول عند وضع S_2 على الوضع 1 ، وعلى المدى الثانى عند وضع S_2 على الوضع 2 .

الدائرة رقم 6 :

الشكل (٦ - ٦) يعرض الدائرة العملية لمؤقت نبضى له ثلاثة أمدية زمنية المدى الاول :

1: 12 min والمدى الثانى 2hr : 100 min والمدى الثالث 20hr : 100 min

عناصر الدائرة :

R_1 مقاومة كربونية $2.2 k \Omega$

R_2 مقاومة كربونية $39 k \Omega$

R_3 مقاومة كربونية $1 M \Omega$

R_4 مقاومة كربونية $27 k \Omega$

R_5 مقاومة كربونية $6.8 k \Omega$

نظرية التشغيل :

عند غلق المفتاح S_1 يعمل المذبذب 555 كمذبذب لا مستقر تردده يعتمد على وضع المفتاح S_2 ، فعند وضع المفتاح S_2 على الوضع 1 فإن التردد يساوى :

$$F = \frac{1.44}{C_1 [R_1 + 2(R_2 + RV_1)]}$$

$$= 0.83 : 104 \text{ HZ}$$

ويكون زمن الدورة الكاملة مساوياً :

$$T = \frac{1}{F}$$

$$= 0.096 : 1.2 \text{ S}$$

فى حين أنه عند وضع المفتاح S_2 على الوضع 2,3 فإن التردد يساوى :

$$F = \frac{1.44}{C_1 [R_1 + 2(R_2 + RV_1)]}$$

$$= 8.3 : 10.4 \text{ HZ}$$

ويكون زمن الدورة الكاملة مساوياً :

$$T = \frac{1}{F}$$

$$= 0.096 : 0.12 \text{ S}$$

ويعمل العداد العشري IC_2 على تقسيم التردد الخارج من المؤقت الزمنى 555 على 10

ويكون خرج العداد IC_3 عالياً بعد تأخير زمنى :

$$t = 8192 T$$

حيث إن :

T هو زمن الدورة الكاملة الخارجة من المؤقت 555 ، عندما يكون المفتاح S_2 على الوضع 1 ، 2 ، أما T فتساوى $1/10$ (عشر) زمن الدورة الكاملة الخارجة من المؤقت 555 عندما يكون المفتاح S_2 على الوضع 3 .

وعند غلق المفتاح S_1 يمر التيار الكهربى فى ملف الريلاى RE ، وينعكس وضع الريشة القلاب له وبعد مرور الزمن المعايير عليه المؤقت الزمنى يصبح خرج العداد IC_3 عالياً ، فيتحول الترانزستور Q_1 لحالة القطع ، وينقطع التيار الكهربى عن ملف الريلاى RE ، وتعود الريشة القلاب للمؤقت الزمنى لوضعها الطبيعى .

والجدير بالذكر أنه يمكن تغيير الزمن المعايير عليه المؤقت الزمنى فى المدى الأول والثانى والثالث ، بواسطة المقاومة المتغيرة RV_1 .

ويعمل المؤقت الزمنى على المدى الأول عند وضع S_2 على الوضع 1 ، ويعمل المؤقت على المدى الثانى عند وضع S_2 على الوضع 2 ، فى حين يعمل المؤقت على المدى الثالث عند وضع S_2 على الوضع 3 .

الباب السابع

تطبيقات على استخدام العدادات الرقمية

تطبيقات على استخدام العدادات الرقمية

٧ / ١ مقدمة :

يوجد العديد من التطبيقات التي تستخدم العدادات الرقمية بأنواعها المختلفة على سبيل المثال، وليس على سبيل الحصر وحدات التعبئة والتغليف حيث تستخدم العدادات في عد العبوات المارة على السير ، وكذلك في نظام تهوية الأنفاق للتحكم في نظام تهوية الأنفاق ، بما يتناسب مع عدد الأشخاص الموجودين داخل النفق ، وسوف نتناول في هذا الباب بعض هذه التطبيقات .

٧ / ٢ - بعض التطبيقات المستخدمة للعدادات الرقمية :

سنتناول في هذه الفقرة مجموعة مختلفة من الدوائر العملية لبعض التطبيقات التي تستخدم العدادات الرقمية على سبيل المثال :

- ١ - دوائر الكترونية لعدادات نبضات مزودة بوحدات عرض رقمية .
 - ٢ - دوائر تحكم الكترونية لوحدة تعبئة .
 - ٣ - دائرة تحكم الكترونية لنظام تهوية جراج .
 - ٤ - دائرة تحكم الكترونية في وحدة ملء ثلاثة خزانات .
- الدائرة رقم 1 :

الشكل (٧ - ١) يعرض دائرة عداد الكتروني يعد النبضات الداخلة على مدخل النبضات والمؤلف من دوائر متكاملة عائلة TTL ، ويتراوح مدى العد ما بين 9999 : 0 .

عناصر الدائرة :

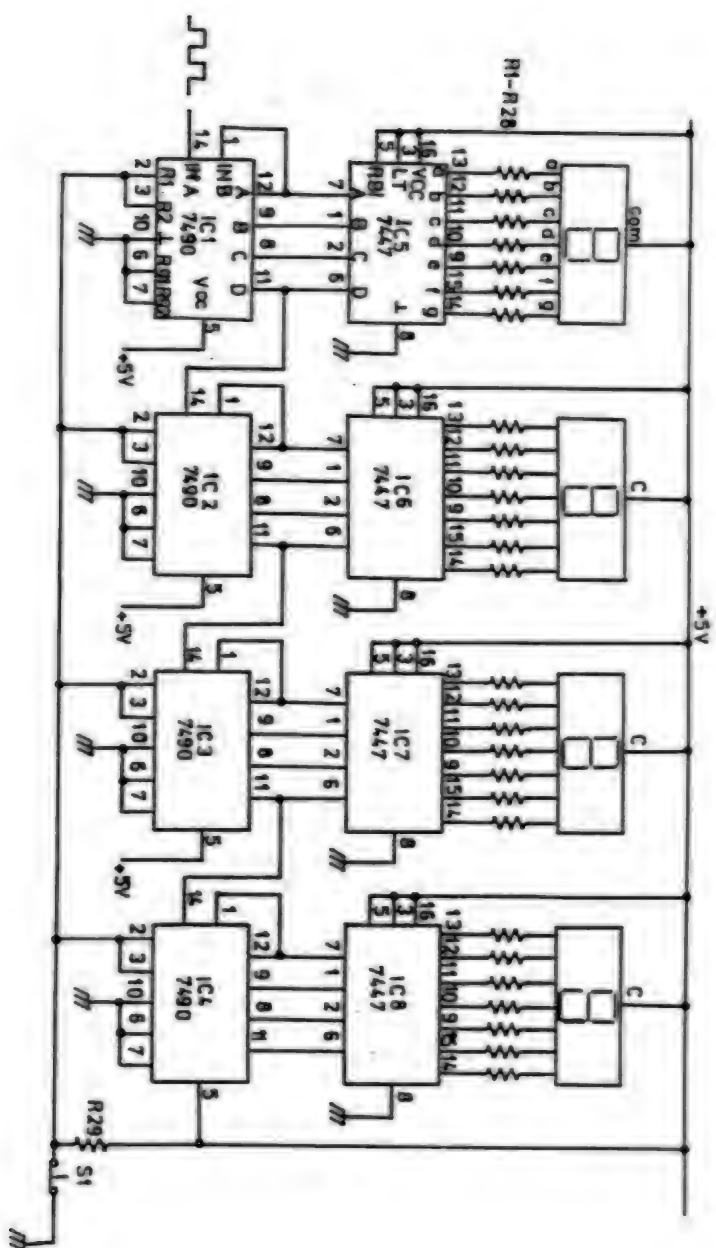
دوائر متكاملة لعدادات ثنائية مكوّدة عشرياً طراز 7490	IC ₁ - IC ₄
دوائر متكاملة لمشغلات وحدات عرض رقمية Decoders طراز 7447	IC ₅ - IC ₈
سبع وحدات عرض رقمية بمصعد مشترك Common Anode	
مقاومات كربونية 220Ω	R ₁ - R ₂₈
مقاومة كربونية 1 k Ω	R ₂₉
ضاغط بريشة مغلقة طبيعياً	S ₁

نظرية عمل الدائرة :

يقوم كل عداد بتقسيم عدد النبضات التي تدخل على مدخل نبضاته على 10 ، وذلك لأن العداد لا يعد عند وصول نبضة عالية لمدخل نبضاته ، ولكن عند الانتقال من عالٍ لمنخفض ، وهذا يحدث عند النبضة العاشرة للعداد السابق .

فيقوم العداد IC_1 بتقسيم عدد النبضات الداخلة لمدخل النبضات IN_A (الرجل 14) على 10، في حين يقوم العداد IC_2 بتقسيم عدد النبضات القادمة من العداد IC_1 والداخلة لمدخل النبضات IN_A (الرجل 14) على 10 وهكذا ، وتقوم الدوائر المتكاملة لمشغلات وحدات العرض الرقمية بتحويل الخرج الثنائي للعدادات الثنائية المكونة ثنائياً إلى شفرة تشغيل وحدات العرض ذات السبع شرائح .

والجدير بالذكر أنه يمكن إعادة العدد المعروض على وحدات العرض الرقمية للصفر بالضغط على الضاغظ S_1 ، حيث تصل إشارة منخفضة لمداخل التحرير $R0(2)$ ، $R0(1)$ للعدادات الأربعة $IC_1 - IC_4$ ، فتصبح حالة مخارج العدادات الأربعة منخفضة ، وبالتالي يصبح العدد المعروض هو : 0000 .



الشكل (٧-١)

الدائرة رقم 2 :

الشكل (٧ - ٢) يعرض دائرة عداد الكتروني يعد النبضات الداخلة على مدخل نبضاته، ويبني هذا العداد من دوائر متكاملة CMOS ويتراوح مدى العد ما بين 0 : 9999 .

عناصر الدائرة :

IC₁ دائرة متكاملة تحتوي على أربع بوابات NOR طراز 4001 B .
IC₂ - IC₅ دوائر متكاملة لعداد عشري مكود عشرياً له خرج مناسب لتشغيل وحدة عرض رقمية بمهبط مشترك Common Cathode طراز 4033 أربع وحدات عرض رقمية بمهبط مشترك .

R₁ , R₂ مقاومات كربونية 1M Ω .

R₃ مقاومة كربونية 10 kΩ .

R₄ - R₃₁ مقاومات كربونية 470 Ω .

C₁ مكثف بوليستير سعته 0.1 Mf .

S₁ مفتاح قطب واحد سكتين .

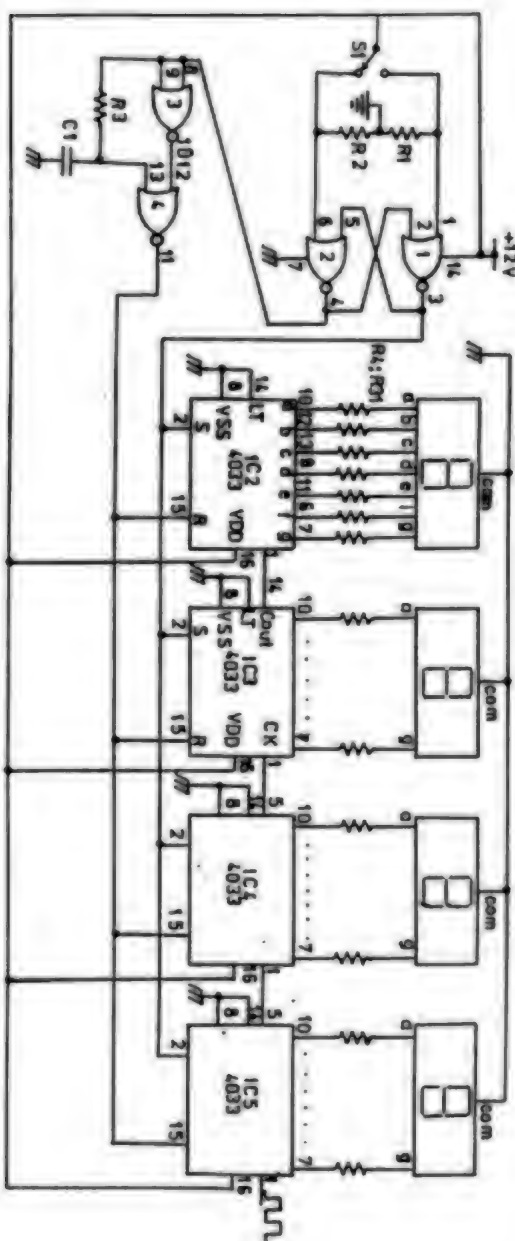
نظرية عمل الدائرة :

تعمل الدائرة المؤلفه من البوابتين 1, 2 على منع الارتداد Boundes الناشئ من تشغيل المفتاح S₁ ، فى حين تعمل الدائرة المؤلفه من البوابتين 3 , 4 والمقاومة R₃ والمكثف C₁ على إحداث تأخير زمنى من لحظة وصول نبضة على مدخل البوابة 3 مقداره (1S) وذلك من المعادلة التالية :

$$t = R_3 C_1$$

فعند وضع المفتاح S₁ على وضع Start تصل إشارة لمدخل Strobe (الرجل 2) للعدادات الاربعة IC₂ - IC₅ فى حين تكون حالة مداخل التحرير Reset (الرجل 15) للعدادات الاربعة منخفضة ، فتعمل العدادات عند وصول نبضات لمدخل نبضات العداد اليمين (الرجل 1) ، ويقوم كل عداد بتقسيم عدد النبضات التى تدخل لمدخل نبضاته والقادمة من العداد السابق له جهه اليمين على 10 حيث يوصل مخرج الباقي Cout لكل عداد بمدخل نبضات العداد

التالى ، وبمجرد وضع المفتاح S_1 على وضع Stop فإن دخل البوابة 3 يصبح عالياً، فتخرج إشارة عالية من البوابة 4 بعد 1ms تعمل على تحرير العدادات الأربعة ليصبح العدد الظاهر على وحدات العرض هو : 0000 .

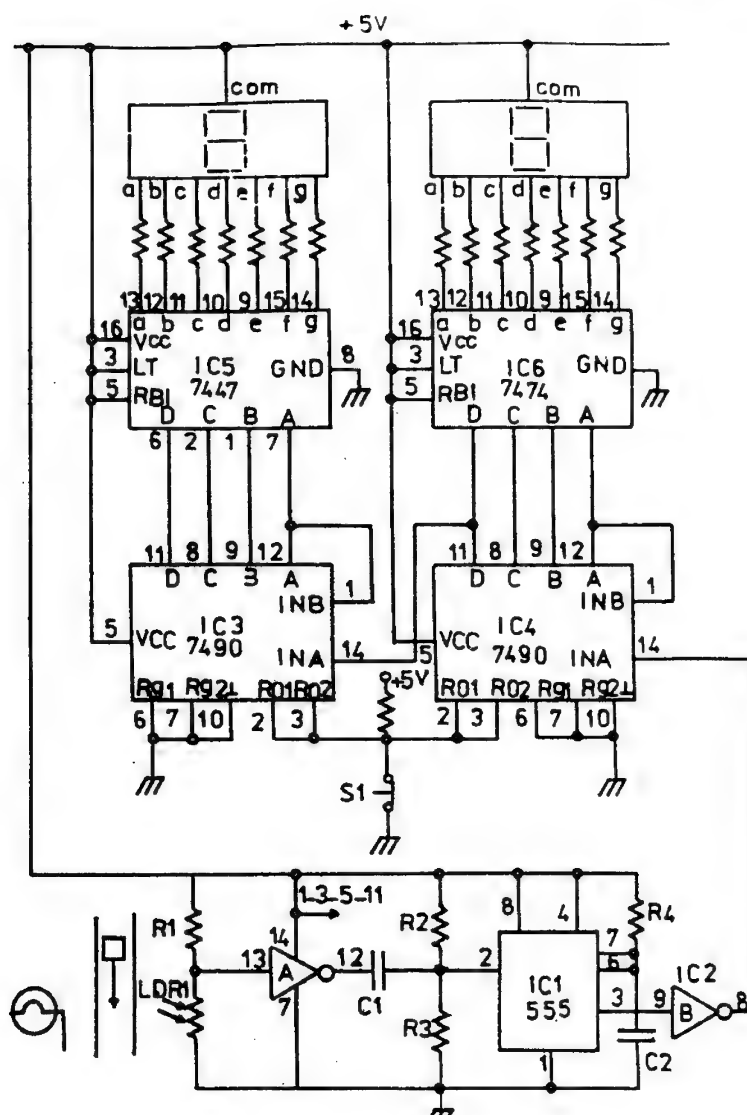


الشكل (٧-٢)

الدائرة رقم 3 :

الشكل (٣ - ٧) يعرض الدائرة الالكترونية المستخدمة في عد الصناديق المارة على سنير

بحد أقصى 99 .



الشكل (٣ - ٧)

عناصر الدائرة :

R_1	مقاومة كربونية 470Ω
R_2	مقاومة كربونية $12k\Omega$
R_3	مقاومة كربونية $8.2 k \Omega$
R_4	مقاومة كربونية $1M\Omega$
$R_5 - R_{20}$	مقاومات كربونية 220Ω
LDR_1	مقاومة ضوئية مقاومتها في الظلام $1M \Omega$ وفي الضوء 100Ω
C_1	مكثف بوليستير سعته $0.22\mu F$
C_2	مكثف بوليستير سعته $0.5\mu F$
IC_1	مؤقت زمني 555
IC_2	دائرة متكاملة تحتوي على ستة عواكس طراز 7404
$IC_3 IC_4$	دائرتان متكاملتان لعدادين BCD طراز 7490
$IC_5 IC_6$	دائرتان متكاملتان لمشغلين وحدة عرض رقمية بمصعد مشترك طراز 7447
وحدتا عرض رقميتان بمصعد مشترك Common Anode	

نظرية التشغيل :

في الوضع الطبيعي فإن الشعاع الضوئي الساقط من المصدر الضوئي يسقط على LDR_1 ، فتصبح مقاومتها 100Ω تقريباً ، وبالتالي يكون دخل العاكس A منخفضاً ، ومن ثم يصبح خرج هذا العاكس عالياً لي شحن المكثف C_1 ، ويكون خرج المؤقت 555 منخفضاً (الرجل 3) ، وبالتالي يصبح خرج العاكس B عالياً ، وبمجرد مرور صندوق على السير ينقطع مسار الشعاع الضوئي الساقط على LDR_1 فتزداد هذه المقاومة ، لتصبح $1M\Omega$ ، ويصبح دخل العاكس A عالياً ، وبالتالي يصبح خرج العاكس A منخفضاً ، وينتج عن ذلك دائرة تفاضلية مكونة من R_1 , C_1 , R_3 ويعتمد زمن النبضة على زمن قطع الصندوق لمسار الشعاع

الضوئي، وتخرج نبضة عالية من المخرج 3 للمؤقت 555 ، والذي يعمل كمذبذب أحادي الاستقرار زمنها يساوي :

$$t = 1.1 R_4 C_2$$

$$t = 0.55 S$$

ويقوم العاكس B بعكس هذه النبضة لتصبح نبضة منخفضة وتصل هذه النبضة لمدخل النبضات IN_A (الرجل 14) للعداد الأيمن ، فيصبح العدد الثنائي الخارج من هذا العداد 1 ويظهر على شاشة العرض الرقمية اليمنى العدد 1 في حين يظهر على شاشة العرض الرقمية اليسرى 0 ، وهذا يكافئ العدد العشري 01 ، وكلما انقطع مسار الشعاع الضوئي نتيجة لمرور أحد الصناديق ازداد العدد المعروض على الوحدتين الرقميتين بمقدار 1 ، علماً بأن أقصى عدد يظهر على وحدات العرض الرقمية هو 99 .

ويمكن تحرير الدائرة في أي لحظة ، وذلك لتصفير وحدتي العرض الرقميتين بواسطة الضاغط S_1 ، فعند الضغط عليه تصبح مداخل التحرير للعدادين IC_4 ، IC_3 عالية ، فيصبح خرج العدادين هو الصفر ، ويكون العدد المعروض على وحدتي العرض الرقميتين هو 00 .
والجدير بالذكر أنه يمكن تنفيذ دائرة لعد الصناديق المارة على سير بحد أقصى 9999 باستبدال العداد الإلكتروني المستخدم في الدائرة التي نحن بصدد ها ، والمؤلف من $IC_6 - IC_3$ ووحدتي العرض الرقميتين بدائرة العداد الإلكتروني رقم 1 .

الدائرة رقم 4 :

الشكل (٧-٤) يعرض الدائرة الالكترونية المستخدمة فى عد الصناديق على سير بحد

أقصى 9999 .

عناصر الدائرة :

$R_1 - R_7$	مقاومات كربونية 68Ω .
R_{12}	مقاومات كربونية $1.5 k \Omega$.
R_{13}	مقاومة كربونية $10 k \Omega$.
VR_1	مقاومة متغيرة $100 k \Omega$.
LDR	مقاومة ضوئية مقاومتها عند الظلام $1M\Omega$ ، وعند الضوء 100Ω .
$T_1 - T_4$	ترانزستورات NPN طراز BC 147 .
IC_1	مؤقت 555 .
IC_2	دائرة متكاملة لعداد بموزع ومشغل وحدات عرض رقمية طراز 74 C 928
Display 1:4	أربع وحدات عرض رقمية طراز LT 543 .

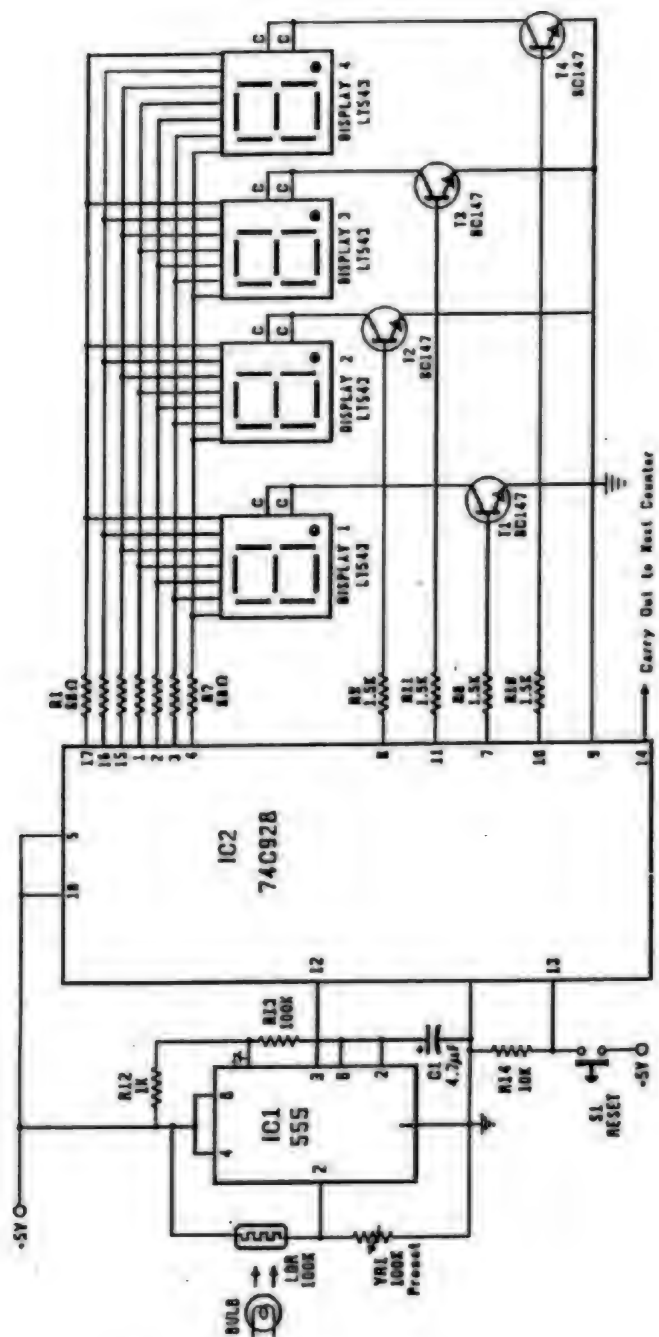
نظرية التشغيل :

فى الوضع الطبيعى يسقط شعاع ضوئى من المصدر الضوئى على المقاومة الضوئية LDR ، فتصبح مقاومتها مساوية 100Ω تقريباً ، وبالتالي يكون دخل المدخل 2 للمؤقت 555 عالياً ، وتباعاً تصبح حالة مخرج المؤقت (الرجل 3) منخفضة ، ولكن عند مرور صندوق على السير ينقطع مسار الشعاع الضوئى الساقط على LDR ، فتزداد مقاومتها لتصبح $1M\Omega$ ، وبالتالي تصبح حالة المدخل 2 للمؤقت منخفضة ، وفى هذه اللحظة تخرج نبضة من المؤقت زمنها

يساوى t :

$$t = 1.1 R_{13} C_1$$

$$= 500 \text{ ms}$$



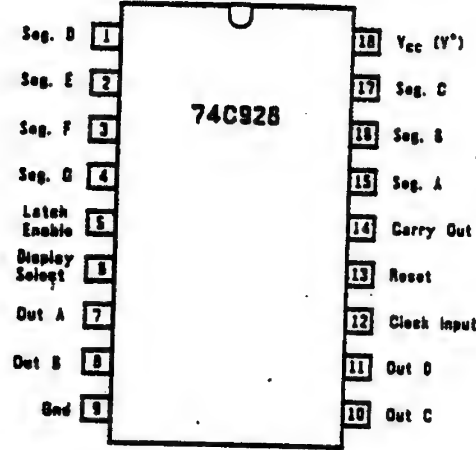
الشكل (٤-٧)

فتصل نبضة لدخل الدائرة المتكاملة IC₂ (الرجل 12) وتقوم هذه الدائرة المتكاملة بثلاث عمليات وهي

١ - إخراج العدد 1 بشفرة وحدات العرض الرقمية من مخارج وحدات العرض (1,2,3,4,15,16,17) مع خروج نبضة عالية من المخرج (10) فيتحول الترانزستور T₄ لحالة الوصل ، ويظهر العدد 1 على وحدة العرض اليمنى ثم بعد ذلك يخرج العدد 0 بشفرة وحدات العرض الرقمية من مخارج وحدات العرض مع خروج نبضة عالية من المخرج (11) فيتحول الترانزستور T₃ لحالة الوصل ويظهر العدد 0 على وحدة العرض الثانية جهة اليمين ، ثم بعد ذلك يخرج العدد 0 بشفرة وحدات العرض من مخارج وحدات العرض مع خروج نبضة عالية من المخرج 8 فيتحول T₂ لحالة الوصل ويظهر العدد 0 على وحدة العرض الثالثة جهة اليمين . وأخيراً يخرج العدد 0 بشفرة وحدات العرض من مخارج وحدات العرض مع خروج نبضة عالية من المخرج 7 فيتحول T₁ لحالة الوصل فيظهر العدد 0 على وحدة العرض اليسرى ، علماً بأن هذا يحدث بسرعة عالية جداً ولا يستطيع المشاهد ملاحظتها وبالتالي يكون العدد المعروض على وحدات العرض الرقمية هو 0001 وعند مرور صندوق آخر بين المصدر الضوئي والمقاومة الضوئية يظهر العدد 0002 ، وهكذا .
علماً بأن أكبر عدد هو 9999 ، ويمكن تحرير الدائرة في أى لحظة بالضغط على الضاغطة S₁ فتعود قراءة العداد إلى 0000 .

والجدير بالذكر أنه يمكن تغذية عداد آخر من مخرج الباقي لهذا العداد إذا كان مطلوباً وحدة عد بحد أقصى 99999999 .

والشكل (٧ - ٥) يعرض المسقط الأفقي للدائرة المتكاملة 74 C 928 .



الشكل (٥ - ٧)

الدائرة رقم 5 :

الشكل (٧ - ٦) يعرض الدائرة الالكترونية المستخدمة فى التحكم فى تشغيل وحدة تعبئة بحيث إن العدد الأقصى للعبوات التى يمكن تغليفها لا يزيد عن 99 فى المرة الواحدة .

عناصر الدائرة :

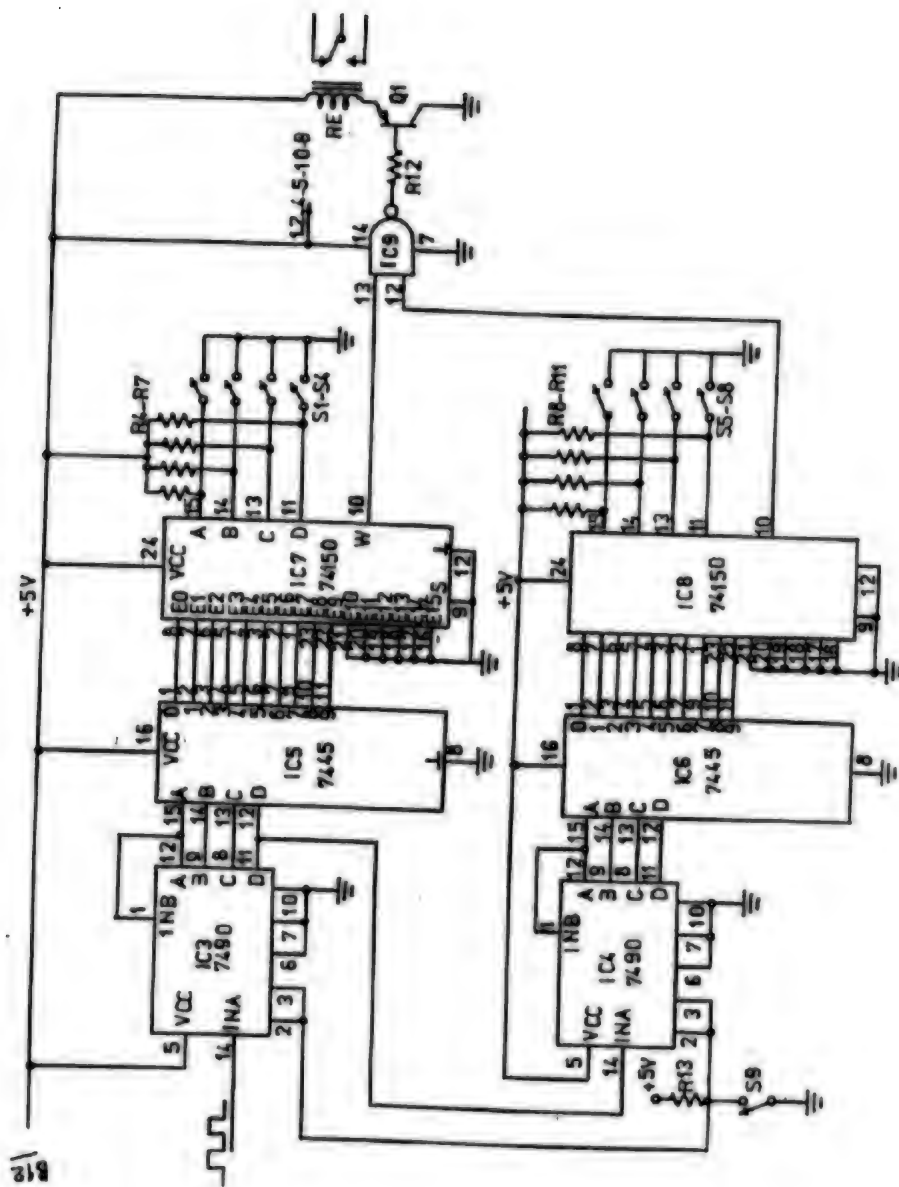
مقاومات كربونية $10k\Omega$.	$R_4 - R_{11}, R_{13}$
مقاومة كربونية $1 k\Omega$.	R_{12}
ترانزستور PNP طراز 2 N 3906 .	Q_1
دوائر متكاملة لعدادات BCD طراز 7490 .	IC_3, IC_4
دوائر متكاملة لمفسر شفرة ثنائى / عشرى طراز 7445 .	IC_5, IC_6
دوائر متكاملة لمجمعات MUX طراز 74150 .	IC_7, IC_8
دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات NAND طراز 7400 .	IC_9

نظرية التشغيل :

تستخدم دائرة توليد النبضات والتي تعمل عند مرور الصناديق على السير والمبينة بالشكل (٤ - ١٠) لتوليد نبضات التشغيل لهذه الدائرة التي نحن بصدد ها . وفى البداية يتم ضبط وحدة التعبئة على عدد معين من العبوات ، وذلك باستخدام المفاتيح $S_1 - S_8$ حيث إن العدد الأقصى الممكن الحصول عليه هو 99 علماً بأن عدد الآحاد نحصل عليه من المفاتيح $S_4 - S_1$ ، وعدد العشرات نحصل عليه من المفاتيح $S_8 - S_5$ ، حيث يتم إدخال هذه الأعداد بطريقة ثنائية، فعند غلق المفاتيح S_6, S_5, S_4 فإن عدد الآحاد يصبح مساوياً 2^3 أى 8 وعدد العشرات يكون مساوياً $(2^0 + 2^1)$ أى 3 وبالتالي يصبح العدد المعايير عليه وحدة التعبئة هو 38 .

وعند غلق المفتاح S_9 تصبح العدادات IC_3, IC_4 جاهزة لعد النبضات الداخلة لمدخل النبضات IN_A للعداد IC_3 . فعند مرور صندوق على السير يصبح خرج العداد IC_3 مساوياً ثنائى ، وتقوم الدائرة المتكاملة IC_5 لمفسر الشفرة الثنائية 7445 بتحويل العدد الثنائى 1 لمكافئه العشرى لتصبح حالة المخرج 0 (الرجل 1) منخفضة (L) وذلك لان مخارج مفسر الشفرة 7445 معكوسة ، فى حين يكون باقى المخارج عالية ، وتقوم الدائرة المتكاملة للمجمع IC_7 (MUX) بإخراج معكوس حالة المدخل الذى عنوانه يكافئ العدد المحمل به المداخل الثنائية A - D وهو "E₈" ، وبالتالي يكون خرج IC_7 (الرجل 10) منخفضاً ، ويستمر الوضع هكذا إلى أن يكون خرج العداد IC_3 يساوى 8 ، وبالتالي فإن حالة المخرج الثامن للدائرة IC_5 سيكون منخفضاً ، ومن ثم يصبح خرج IC_7 عالياً .

وعند وصول عدد الصناديق المارة على السير 38 ، فإن خرج العداد IC_3 يصبح مساوياً 8 ثنائى وخرج العداد IC_4 يصبح مساوياً 3 ثنائى ، وبالتالي يصبح المخرج الثامن لمفسر الشفرة IC_5 منخفضاً والمخرج الثالث لمفسر الشفرة IC_6 منخفضاً وتباعاً يصبح خرج كل من IC_7 مرتفعاً (الرجل 10) ، ومن ثم يصبح خرج البوابة IC_9 منخفضاً ، فيتحول الترانزستور Q_1 لحالة الوصل حيث إن باعث Q_1 متصل بالجهد +5V ، وبالتالي يمر التيار الكهربى فى ملف الريلاى RE فيعمل الريلاى على عكس وضع الريشة القلاب الخاصة به .



الشكل (٦-٧)

والجدير بالذكر أنه يوجد دائرة أخرى تتحكم فى تشغيل وحدة التعبئة، بحيث تستخدم فيها الريشة القلاب للريلاي RE ، وبمجرد انعكاس حالة هذه الريشة القلاب تتوقف وحدة التعبئة عن العمل .

فى هذه الحالة يقوم المشغل بفتح المفتاح S_9 ، فيحدث تحرير للعدادين IC_3 , IC_4 ، وتتوقف دورة التشغيل .

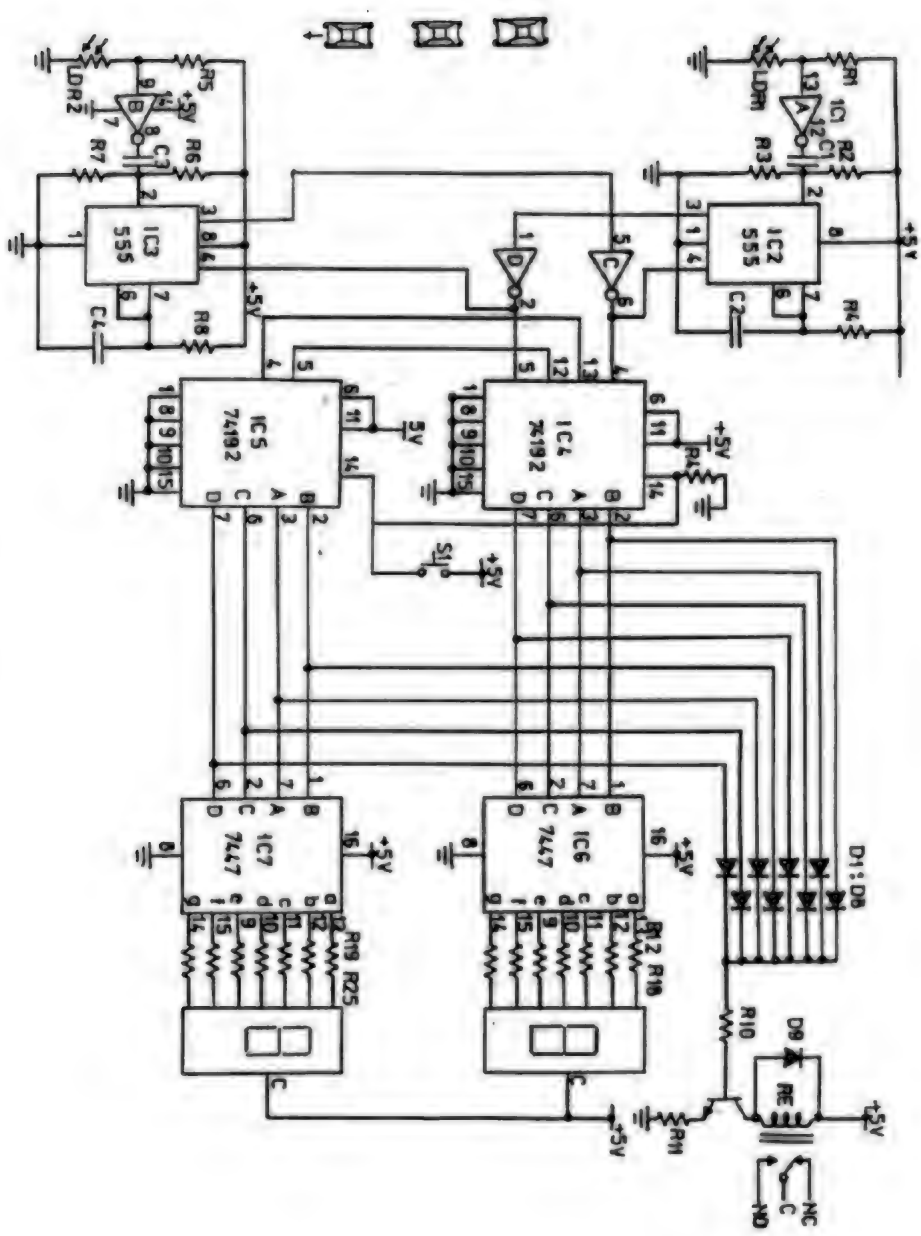
ويمكن ضبط المفاتيح $S_1 - S_8$ على أى عدد بنفس الطريقة السابق شرحها ، وإعادة تشغيل الوحدة بواسطة المفتاح S_9 .

الدائرة رقم 6 :

الشكل (٧ - ٧) يعرض الدائرة الالكترونية المستخدمة فى التحكم فى نظام تهوية جراج مع إمكانية عرض عدد السيارات الموجودة داخل الجراج فى أى لحظة بحيث إن العدد الأقصى المسموح به للسيارات هو : 99 .

عناصر الدائرة :

R_1, R_5, R_9	مقاومات كربونية 470Ω .
R_2, R_6	مقاومات كربونية $12k\Omega$.
R_3, R_7	مقاومات كربونية $8.2k \Omega$.
R_4, R_8	مقاومات كربونية $1M \Omega$.
$R_{12} - R_{25}$	مقاومات كربونية 220Ω .
LDR	مقاومة ضوئية مقاومتها القصوى $1M\Omega$ ، والصغرى 100Ω .
C_1, C_3	مكثف بوليستير سعته $0.22 \mu f$.
C_2, C_4	مكثف بوليستير سعته $0.5 \mu f$.
$D_1 - D_8$	ثنائيات سليكونية طرا 1N 4001 .
D_9	ثنائى سليكونى طراز 1N 4148 .
Q_1	ترانزستور NPN طراز 2N 3904 .
IC_1	دائرة متكاملة تحتوى على ستة عواكس طراز 7404 .
IC_2, IC_3	دائرة متكاملة لمؤقت 555 .



الشكل (V-V)

IC₄, IC₅ دوائر متكاملة لعدادات BCD تصاعدية / تنازليه طراز 74192 .

IC₆, IC₇ دوائر متكاملة لمشغلات وحدات عرض رقمية بمصعد مشترك طراز 7447 .

وحدتا عرض رقميتان بمصعد مشترك طراز DISP1

S₁ ضاغط بريشة مفتوحة .

نظرية التشغيل :

١ - فى حالة عدم دخول سيارة داخل الجراج فإن المقاومة LDR₁ ستقترب من 100 Ω نتيجة

لسقوط الشعاع الضوئى عليها من مصدر ضوئى مقابل ، وبالتالي يصبح دخل العاكس A منخفضاً ، وتباعاً يكون خرج العاكس A عالياً .

٢ - عند دخول سيارة للجراج ينقطع الشعاع الضوئى الساقط على المقاومة الضوئية

LDR₁ ، فتزداد مقاومتها إلى 1MΩ ، فيصبح دخل العاكس A عالياً ، وتباعاً يكون

خرج العاكس A منخفضاً ، وينتج عن ذلك دائرة تفاضلية مؤلفة من R₁, C₁, R₃

فتتولد نبضة منخفضة ، اتساعها يعتمد على زمن قطع السيارة للشعاع الضوئى ،

وتخرج نبضة عالية من الرجل 3 للدائرة المتكاملة 555 (IC₂) زمنها 0.55 S ، ويقوم

العاكس D بعكس هذه النبضة لتخرج من نبضة منخفضة فتدخل هذه النبضة على

الرجل 5 (المدخل التصاعدي UP) للعداد IC₄ ، وعند الحافة الصاعدة لهذه النبضة

يصبح خرج العداد مساوياً 1 ، فيقوم مشغل وحدة العرض بتحويل خرج العداد لشفرة

وحدة العرض ، ليظهر 1 على وحدة العرض المتصلة به ، وفى نفس الوقت ينتقل خرج

العداد لقاعدة الترانزستور Q₁ من خلال الموحد D₂ ، ليتحول الترانزستور لحالة الوصل

فيعمل الريلاى RE ويدور محرك مروحة الجراج .

٣ - عند خروج سيارة الجراج فإن مقاومة LDR₂ تصبح عالية (1MΩ) ، ويصبح دخل

العاكس B عالياً ، وبالتالي يصبح خرج هذا العاكس منخفضاً ، وينتج عن ذلك دائرة

تفاضلية مكونة من R₅, C₃, R₇ ، ويعتمد زمن النبضة المنخفضة الخارجة من البوابة B

والداخلية للمدخل 2 للمؤقت 555 (IC₃) ، فتخرج نبضة عالية من المخرج 3 للدائرة

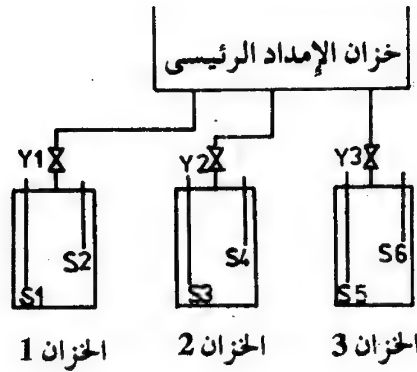
المتكاملة IC₃ زمنها 0.55 S ، فيكون خرج العاكس C هو معكوس خرج IC₃ ، وتصل

هذه النبضة المنخفضة لمدخل العداد التنازلى Down (رقم 4) للدائرة المتكاملة IC₄ ،

فيعمل العداد عند الحافة الصاعدة كعداد تنازلي ، ويقل العدد الخارج على مخارج هذا العداد بمقدار 1 ، ويقل أيضاً العدد الظاهر على وحدات العرض الرقمية بمقدار 1 ، وعندما يكون خرج العداد IC_5 ، IC_4 مساوياً صفراً فإن الترانزستور Q_1 سوف يتحول لحالة الفصل وينقطع التيار الكهربى المار فى الريلاى RE ، ويتوقف محرك مروحة الجراج .

٤- الدائرة المتكاملة IC_5 للعداد التنازلى / التصاعدى يعمل تصاعدياً عندما يزداد خرج IC_4 عن 9 ، ويعمل تنازلياً عندما يقل خرج IC_4 عن 0 حيث يوصل طرف الباقي CARRY (الرجل 12) للعداد IC_4 مع طرف العد التصاعدى UP (الرجل 5) للعداد IC_5 . فى حين يوصل طرف الاقتراض Borrow (الرجل 13) للعداد IC_4 مع طرف العد التنازلى Down (الرجل 4) للعداد IC_5 .

الدائرة رقم 7 :



الشكل (٧-٨)

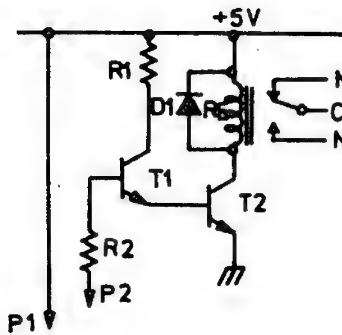
الشكل (٧-٨) يعرض المخطط التكنولوجى لوحدة ملء ثلاثة خزانات أوماتيكياً .

فعند انخفاض مستوى السائل فى أحد الخزانات عن المستوى السفلى له ، فإن الصمام الخاص بهذا الخزان سوف يفتح لينتقل السائل من خزان الإمداد

إلى هذا الخزان وصولاً للمستوى العلوى للخزان، وبعد ذلك يغلق الصمام الكهربى مرة أخرى ، علماً بأنه لا يمكن عمل صمامين فى آن واحد .

والجدير بالذكر أن الصمام الكهربى Y_1 ، هو صمام الخزان رقم 1 ، والصمام الكهربى Y_2 هو صمام الخزان رقم 2 ، والصمام الكهربى Y_3 هو صمام الخزان رقم 3 ، وتستخدم مجسات ماء الكترونية لمعرفة مستوى السائل داخل الخزانات فتستخدم المجسات S_1 ، S_3 ، S_5 لمتابعة المستويات السفلية للخزانات الثلاثة والمجسات S_2 ، S_4 ، S_6 لمتابعة المستويات العلوية للخزانات

الثلاثة .



وقبل أن نتعرض للدائرة المستخدمة في هذا التطبيق ، سنتناول فكرة موجزة عن مجسات الماء الالكترونية ، فالشكل (٧ - ٩) يعرض نموذجاً لأحد أنواع مجسات الماء الالكترونية .

عناصر الدائرة :

R_1, R_2 مقاومة كربونية $3.3\text{ K } \Omega$.

D₁ ثنائی سلیکونی 1N4148 .

T_1, T_2 ترانزستورات NPN طراز 2N 2222.

RE ریلای يعمل عند جهد 5V + .

P_1, P_2 قطبان معدنيان .

فعند وصول مستوى السائل لمستوى القطب P_2 ، فإن ذلك يعنى وجود اتصال بين القطب P_1 ، والقطب P_2 بواسطة الماء، فيتحول الترانزستور T_1 لحالة الوصل، وتباعاً يتحول الترانزستور T_2 لحالة الوصل، فيكتمل مسار التيار للريلاي RE، وتتغير حالة الريشة القلاب للريلاي، ويقوم الثنائي D_1 بخمد القوة الدافعة الكهربائية المتولدة في ملف الريلاى عند انقطاع التيار الكهربى عنه.

والشكل (٧ - ١٠) يعرض الدائرة الالكترونية لوحدة ملء ثلاثة خزانات أتموماتيكياً .

عناصر الدائرة :

$R_1 - R_6$ مقاومات كربونية $1k\Omega$.

$R_7 - R_9$ مقاومات كربونية $1.5\text{ k}\Omega$.

$R_{10} - R_{12}$ مقاومات كربونية $1k\Omega$.

R_{13} مقاومة كربونية $10k \Omega$.

R_{14} مقاومة كربونية $1k \Omega$.

مكثفات بوليستير $2 \mu f$.	$C_1 - C_3$
مكثف بوليستير سعته $1 \mu f$.	C_3
مكثف بوليستير سعته $0.01 \mu f$.	C_5
ترانزستورات PNP طراز 2 N 3906 .	$T_1 - T_3$
دوائر متكاملة تحتوى على أربع بوابات OR طراز 7432 .	IC_1, IC_2
دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات XNOR طراز 74266 .	IC_3
دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات NAND طراز 7400 .	IC_4
دوائر متكاملة تحتوى على قلابين k - J طراز 7476 .	IC_5, IC_6
دوائر متكاملة لمذبذبات أحادية الاستقرار طراز 74121 .	$IC_7 - IC_9$
مؤقت 555 .	IC_{10}
دائرة متكاملة لعداد BCD طراز 7490 .	IC_{11}
دائرة متكاملة لموزع (DEMUX) فى خط من عشرة طراز 7445 .	IC_{12}
ثلاثة صمامات كهربية تعمل عند جهد 24V .	$Y_1 - Y_3$
ست عوامات (مجسات ماء الكترونية) .	$S_1 - S_6$

نظرية التشغيل :

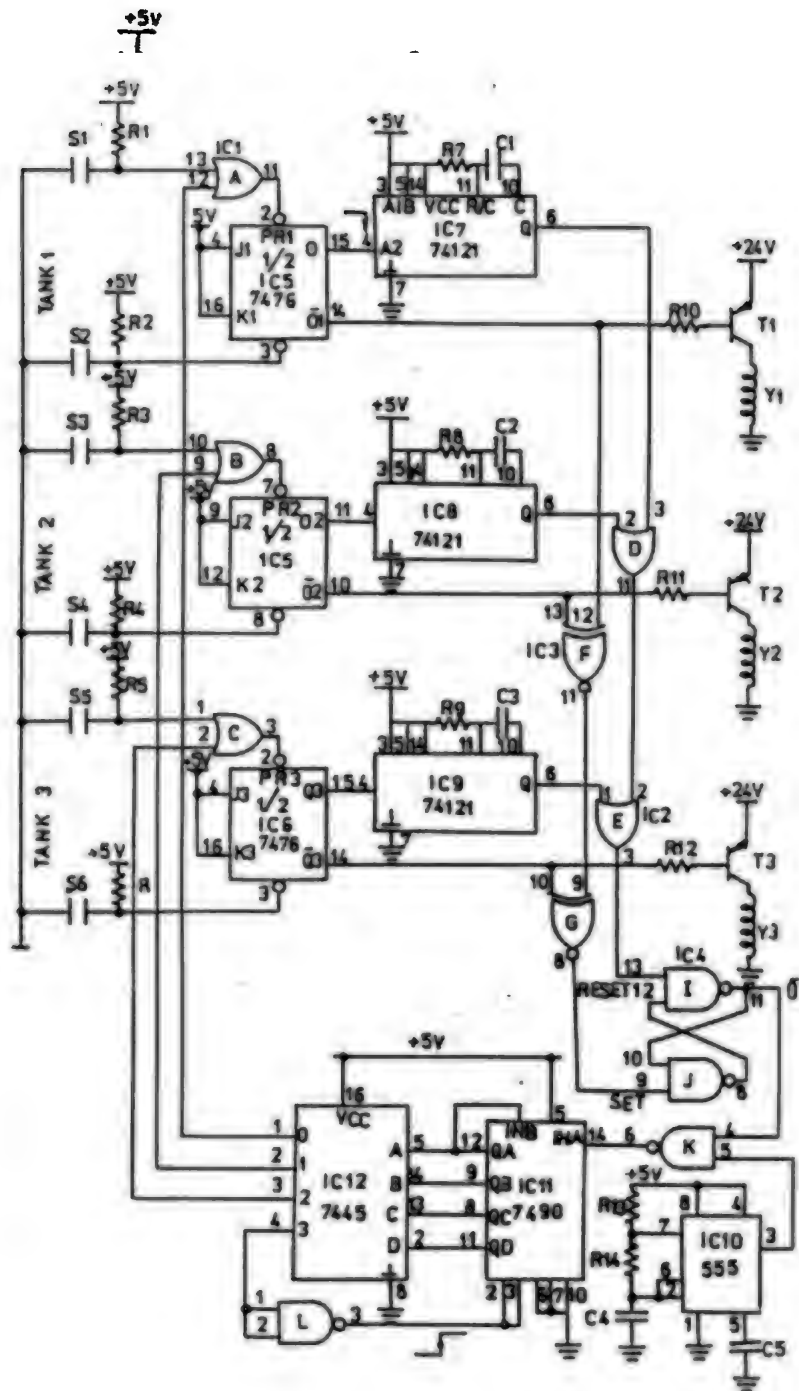
عندما يكون مستوى السائل فى الخزانات 1, 2, 3 أقل من مستوى المجسات العلوية S_2 , S_4 , S_6 ، وأعلى من مستوى المجسات السفلية S_1 , S_3 , S_5 فإن هذا يمثل الحالة المعتادة ، وتعمل الدائرة بالطريقة التالية :

يكون خرج القلاب المؤلف من البوابتين I, J عالياً ، وبالتالي فإن خرج البوابة K يكون معكوس نبضات الساعة المتولدة من مولد النبضات المؤلف من المؤقت 555 ، والتي ترددها 120 HZ ، ويقوم العداد IC_{11} بعد هذه النبضات فقبل وصول أى نبضات للعداد IC_{11} فإن حالة جميع المخارج $Q_A - Q_D$ تكون منخفضة ، ويقوم الموزع IC_{12} بإخراج إشارة منخفضة عند المخرج الذى عنوانه يكافئ المكافئ العشرى للإشارات الثنائية الداخلة على المداخل A-D

ألا وهو المخرج (0) فى هذه الحالة أى أن : حالة المخرج (0) فى هذه الحالة تكون منخفضة ، فى حين باقى المخارج تكون عالية ، وطالما أن مستوى السائل فى الخزان الاول أعلى من المجس S_1 ، وأقل من المجس S_2 فلن تتغير حالة خرج البوابة A ، وعند وصول النبضة الاولى للعداد IC_{11} فإن حالة المخرج Q_A تصبح عالية وتباعاً تكون حالة المخرج 1 للموزع IC_{12} منخفضة ، وطالما أن مستوى السائل فى الخزان 2 مازال أعلى من مستوى المجس S_3 ، وأقل من مستوى المجس S_4 فلن تتغير حالة خرج البوابة B وتظل عالية .

ولنفرض أن مستوى السائل فى الخزان الثالث انخفض عن مستوى المجس S_5 حينئذ فإن ريشة المجس S_5 سوف تغلق ، وعند وصول النبضة الثانية للعداد IC_{11} فإن حالة المخرج 2 للموزع IC_{12} تصبح منخفضة ، حينئذ فإن حالة مخرج البوابة C تصبح منخفضة ، فيحدث إمساك للقلاب FF_3 ، وبالتالي تصبح حالة المخرج \bar{Q}_3 منخفضة وحالة Q_3 عالية، فيتحول الترانزستور T_3 لحالة الوصل ويمر التيار الكهربى فى ملف الصمام الكهربى Y_3 ، ويتدفق السائل من خزان الإمداد الرئيس إلى الخزان الثالث ، وفى نفس الوقت يصبح خرج البوابات F, G والمكافئة لبوابة XNOR - بثلاثة مداخل - عالية ، لان حالة مدخلين عالية، وحالة مدخل منخفضة ، وبالتالي يحدث إمساك للقلاب المؤلف من البوابتين I, J ، وتصبح حالة المخرج \bar{Q} منخفضة ، فينقطع مرور نبضات الساعة عبر البوابة k ، وتصبح حالة خرجها عالية، ويتوقف العداد عن العد ، ويستمر الوضع هكذا لحين وصول السائل فى الخزان الثالث لمستوى S_6 فى هذه اللحظة تفتح ريشة S_5 المغلقة وتغلق ريشة S_6 المفتوحة، فيصبح حالة خرج البوابة C عالية، فى حين تصبح حالة مدخل القلاب الثالث منخفضة ، فيحدث تحرير لهذا القلاب ، وتصبح حالة المخرج \bar{Q}_3 عالياً فينقطع التيار عن Y_3 ويتوقف تدفق السائل للخزان الثالث ، فى حين تخرج نبضة من المذبذب الاحادى الاستقرار IC_9 نتيجة لوصول نبضة ذات حافة هابطة للمدخل 4 فيصبح خرج البوابات D, E يشابه هذه النبضة ، فيحدث تحرير للقلاب المؤلف من البوابتين I, J وتصبح حالة \bar{Q} لهذا القلاب عالية فتمر نبضات الساعة المتولدة من المذبذب اللامستقر المؤلف من المؤقت 555 عبر البوابة k للعداد IC_{11} ويصبح خرج العداد يكافئ (3)

عشرى ، فتصبح حالة المخرج (3) للموزع IC_{12} منخفضاً ، فيصبح خرج البوابة L والتي تعمل كعاكس عالياً ، فتصل إشارة عالية لمداخل التحرير للعداد IC_{11} فتعود حالة مخارج العداد إلى الصفر ، وبالتالي تصبح حالة المخرج 0 للموزع IC_{12} منخفضة ، فى حين أن باقى مخارج الموزع IC_{12} تكون عالية ، وطالما أن مستوى السائل فى الخزان الاول أعلى من المجس S_1 وأقل من المجس S_2 فلن تتغير حالة خرج البوابة A وتتكرر دورة التشغيل ، وبهذه الطريقة لن يفتح أكثر من صمام كهربى فى أى لحظة لتعويض النقص فى مستوى السائل فى الخزانات .



الباب الثامن

دوائر الإنذار الصوتي والضوئي

دوائر الإنذار الصوتي والضوئي

٨ / ١ - مقدمة :

تعمل دوائر الإنذار المستخدمة في الصناعة على تنبيه المشغلين Operators عن وجود مشكلة بالعملية الصناعية ، وذلك بإطلاق صفارة إنذار ، وكذلك إضاءة لمبة الإنذار الدالة على وجود مشكلة بالنظام ، ولمبة الإنذار الخاصة بمكان المشكلة ، وبذلك ينتبه المشغل إلى وجود مشكلة بالنظام ، ويقوم بإسكات صوت صفارة الإنذار بضغط يسمى بضغط المعرفة Acknowledge ، ثم بعد ذلك يحدد مكان المشكلة بالاستعانة بللمبة الإنذار المخصصة لذلك ، ثم بعد ذلك يقوم المشغل باستدعاء فريق الصيانة لعمل الصيانة اللازمة ، وبعد انتهاء فريق الصيانة من الإصلاحات والصيانات اللازمة ، يقوم المشغل بتحرير الإنذار Reset للعودة للحالة الطبيعية .

٨ / ٢ - دوائر الإنذار الصوتية والضوئية العملية :

سنتناول في هذه الفقرة مجموعة مختلفة لدوائر الإنذار الصوتية والضوئية المستخدمة في الأنظمة الصناعية على سبيل المثال :

١ - دوائر إنذار تعمل عند ارتفاع منسوب السائل في أحد الخزانات .

٢ - دوائر إنذار تعمل عند انخفاض ضغط الهواء المضغوط في دائرة نيومايتكية .

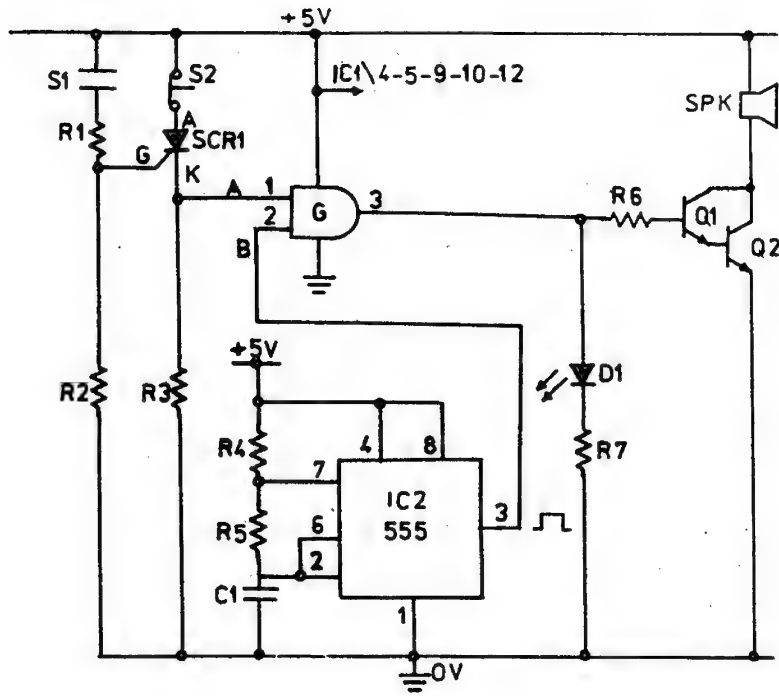
٣ - دائرة إنذار لماكيينة ديزل لأحد المولدات .

٤ - دوائر إنذار لبعض العمليات الصناعية .

الدائرة رقم 1 :

الشكل (٨ - ١) يعرض دائرة إنذار صوتية وضوئية تعمل عند ارتفاع منسوب الماء في

خزان ماء .



الشكل (٨ - ١)

عناصر الدائرة :

- R_1, R_2, R_6 : مقاومات كربونية $1k \Omega$.
- R_3 : مقاومات كربونية 330Ω .
- R_4 : مقاومات كربونية $4.7k \Omega$.
- R_5 : مقاومات كربونية $100k \Omega$.
- R_7 : مقاومات كربونية 220Ω .
- C_1 : مكثف سيراميك $0.01 \mu f$.
- SCR_1 : ثايرستور طراز G106 B1 .
- D_1 : ثنائي مشع منخفض القدرة .
- Q_1, Q_2 : ترانزستورات NPN طراز 2N 3904 .

IC₁ دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات AND طراز 7408 .

IC₂ دائرة متكاملة لمؤقت NE 555 .

S₁ ريشة مفتوحة طبيعياً NO لمجس ماء الكترونى .

S₂ ضاغط بريشة مغلقة NC .

SPK سماعة مقاومتها 8 Ω .

نظرية التشغيل :

عند ارتفاع مستوى الماء فى الخزان وصولاً لمستوى المجس S₁ تغلق ريشة المجس ، فيصبح جهد البوابة G للثايرستور SCR₁ موجباً بالنسبة لجهد المهبط K فيحدث إشعال للثايرستور ، ويمر التيار من المصعد A للمهبط K ، ويصبح جهد المهبط يساوى تقريباً +5V ، وبالتالي تصبح حالة المدخل 1 للبوابة G عالية ، فتخرج نبضات الساعة القادمة من خرج المؤقت 555 ، والذي يعمل كمذبذب لامستقر عبر البوابة G ، فيضىء الثنائى المشع D₁ بضوء متقطع بينما يتحول ترانزستور « دار لنجتون » ، والمؤلف من Q₁, Q₂ لحالة الوصل والفصل بنفس تردد نبضات الساعة ، فتصل نبضات كهربية مشابهة لخرج البوابة G للسماعة SPK ، وينتج عن ذلك صفارة الإنذار .

وعند قيام المشغل بالضغط على ضاغط إزالة الإنذار Reset (S₂) ينقطع مسار التيار للثايرستور SCR₁ ، ويتحول الثايرستور لحالة القطع وتصبح حالة المدخل 1 للبوابة G منخفضة، وتباعاً تصبح حالة خرج البوابة G منخفضة فينطفئ الثنائى المشع D₁ ، ويتحول الترانزستور Q₁, Q₂ لحالة القطع وتتوقف السماعة عن إصدار صوت الإنذار .
وعند إزالة الضغط عن S₂ هناك احتمالان :

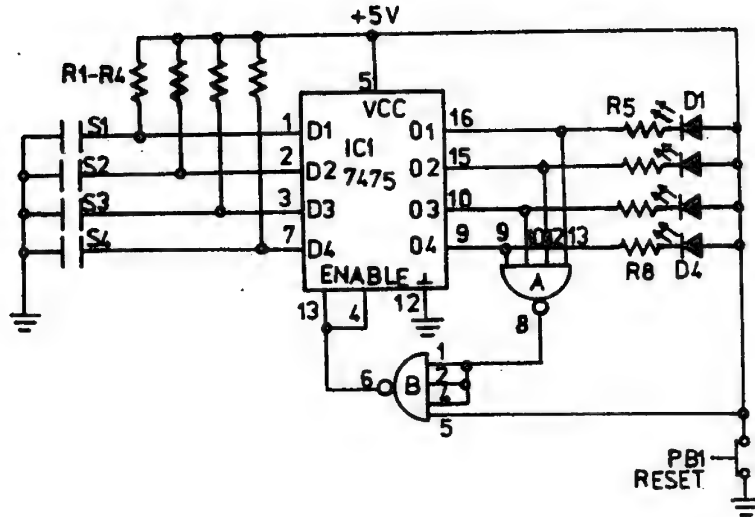
الأول : هو تكرار ما حدث سابقاً أى إضاءة الثنائى المشع D₁ وعمل السماعة وذلك إذا كانت ريشة المجس S₁ مازالت مغلقة .

والثاني : هو أن يظل الثنائى المشع D₁ معتماً ، وتظل السماعة SPK متوقفة عن إصدار صوت الإنذار ، وذلك عند عودة ريشة المجس S₁ لحالتها الطبيعية (مفتوحة) .

والجدير بالذكر أنه يمكن استخدام هذه الدائرة مع مجموعة خزانات ، وذلك بتوصيل الريشة المفتوحة لمجسات الخزانات بالتوازي معاً .

الدائرة رقم 2 :

الشكل (٨ - ٢) يبين دائرة إنذار ضوئية لأربعة خزانات سوائل تعمل عند انخفاض مستوى السائل في أحد الخزانات .



الشكل (٨ - ٢)

عناصر الدائرة :

- $R_1 - R_4$ مقاومات كربونية 680Ω .
- $R_5 - R_8$ مقاومات كربونية $1k \Omega$.
- $D_1 - D_4$ ثنائيات مشعة .
- IC_1 دائرة متكاملة تحتوي على أربعة قلابات D طراز 7475 .
- IC_2 دائرة متكاملة تحتوي على بوابتين NAND بأربعة مداخل طراز 7420 .
- $S_1 - S_4$ أربعة مجسات ماء لكل منها ريشة مفتوحة طبيعياً NO .
- PB_1 ضاغط تحرير بريشة مفتوحة NO .

نظرية التشغيل :

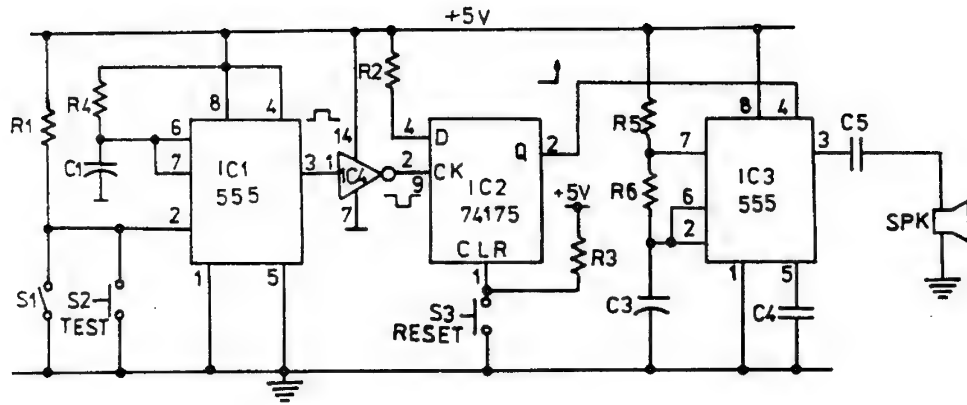
فى الوضع الطبيعى (أى : عندما يكون مستوى الماء فى الخزانات الأربعة منخفضاً عن مستوى المجسات $S_1 - S_4$ تكون حالة المخارج $Q_1 - Q_4$ للدائرة المتكاملة IC_1 عالية ، وبالتالى فإن خرج البوابة A يكون منخفضاً ، ومن ثم يكون خرج البوابة B عالياً ، فتصل إشارة عالية لمداخل التمكين لدائرة الإمساك IC_1 (الرجل 13, 4) .

فتنتقل حالة المداخل $D_1 - D_4$ العالية إلى المخارج الأربعة $Q_1 - Q_4$ ، وتظل حالة هذه المخارج عالية وبمجرد ارتفاع منسوب الماء فى أحد الخزانات لمستوى مجسه تغلق الريشة المفتوحة لمجسه ، ولتكن ريشة المجس S_1 ، فتصبح حالة المدخل D_1 منخفضة ، وتنتقل هذه الحالة المنخفضة إلى المخرج Q_1 ، فيضئ الثنائى المشع D_1 ، وفى نفس الوقت يصبح خرج البوابة A عالياً ، وتباعاً يكون خرج البوابة B منخفضاً ، فتصل إشارة منخفضة إلى مداخل التمكين للدائرة المتكاملة IC_1 (الرجل 13, 4) ، وبالتالى فإن حالة جميع المخارج $Q_1 - Q_4$ تظل كما هى مهما تغيرت حالة المداخل $D_1 - D_4$.

فعندما تغلق ريشة مجس آخر فلن يحدث تغيير عما سبق ، وبعد معرفة نوع الخطأ يمكن إزالة هذا الخطأ ، وذلك بالضغط على ضاغط التحرير PB_1 فتصبح حالة خرج البوابة B عالية ، وبالتالى تنتقل الحالة الراهنة للمداخل $D_1 - D_4$ ، للمخارج $Q_1 - Q_4$ ، وطالما أن جميع المجسات فى الوضع الطبيعى لها ، فإن جميع ريشها تكون مفتوحة ، وبالتالى تصبح حالة المداخل $D_1 - D_4$ عالية ، وتباعاً تصبح حالة جميع المخارج $Q_1 - Q_4$ عالية ، فتتطفئ جميع الثنائيات المشعة $D_1 - D_4$ ، وتصبح الدائرة مستعدة لاستقبال مشكلة جديدة .

الدائرة رقم 3 :

الشكل (٨ - ٣) يعرض دائرة إنذار صوتية تعمل عند انخفاض ضغط الهواء المضغوط فى شبكة نيوماتيكية عن الحد المسموح به ، ويستخدم فى ذلك مفتاح ضغط Pressure Switch ، حيث تغلق ريشة مفتاح الضغط عند انخفاض الضغط فى الشبكة النيوماتيكية .



الشكل (٨ - ٣)

عناصر الدائرة :

مقاومات كربونية $1k\Omega$.	R_1, R_3, R_5
مقاومة كربونية $100k\Omega$.	R_4
مقاومة كربونية $6.6k\Omega$.	R_6
مكثف كيميائي $100\mu f$ وجهده $16V$.	C_1
مكثف سيراميك $0.01\mu f$.	C_2, C_4
مكثف كيميائي سعته $0.1\mu f$ وجهده $16V$.	C_3
مكثف سيراميك سعته $10\mu f$.	C_5
دوائر متكاملة لمؤقت NE 555 .	IC_1, IC_3
دائرة متكاملة لقلاب D طراز 74175 .	IC_2
دائرة متكاملة تحتوي على ستة عواكس طراز 7404 .	IC_4
مفتاح ضغط بريشة مغلقة طبيعياً NC .	S_1
ضواغط بريشة مفتوحة NO .	S_2, S_3
سماعة مقاومتها 8Ω .	SPK

نظرية التشغيل :

عند انخفاض الضغط فى الشبكة النيوماتيكية يغلق مفتاح الضغط S_1 ريشته ، فيعمل المذبذب الاحادى الاستقرار المؤلف من IC_1 ، وتخرج من المخرج 3 نبضة عالية زمنها يساوى :

$$\begin{aligned} t &= 1.1 R_4 C_1 \\ &= 1.1 \times 100 \times 1000 \times 100 \times 10^{-6} \\ &= 11S \end{aligned}$$

ويقوم العاكس IC_4 بعكس هذه النبضة وعند الحافة الصاعدة أى بعد تأخير زمنى 11S ، تصبح حالة مخرج القلاب D (الدائرة المتكاملة IC_2) عالية ، فيعمل المذبذب اللامستقر المؤلف من المؤقت IC_3 بتردد يساوى :

$$F = \frac{1.44}{(R_5 + 2 R_6) C_3} = 1000 \text{ HZ}$$

فتعمل السماعة على إصدار صفارة الإنذار ، ويمكن للمشغل إسكات هذا الصوت بالضغط على ضاغط التحرير S_3 فيحدث تحرير للقلاب D (الدائرة المتكاملة IC_2) ، وتصبح حالة مخرج القلاب Q منخفضة .

والجدير بالذكر أنه يمكن عمل اختبار لهذه الدائرة من مدة لاخرى ؛ للاطمئنان عليها ، وذلك بالضغط على ضاغط الاختبار S_2 ، فتعمل السماعة SPK بعد 11S ، وعند الضغط على ضاغط التحرير S_3 تتوقف السماعة .

الدائرة رقم 4 :

الشكل (٨ - ٤) يبين دائرة إنذار لماكينة ديزل لأحد المولدات ، تعمل عند حدوث أول مشكلة لإيقاف الماكينة ، وذلك بقطع الوقود عن الماكينة .

عناصر الدائرة :

$$\begin{aligned} R_1, R_2, R_{10}, R_{12} & \text{ مقاومات كربونية } 1K \Omega \\ R_3, R_4, R_5, R_{11} & \text{ مقاومات كربونية } 10k \Omega \end{aligned}$$

مقاومات كربونية 220Ω .	R_6, R_7, R_8
مقاومة كربونية 470Ω .	R_9
مكثفات سيراميك $1.0 \mu f$.	C_1, C_3
مكثف كيميائي سعته $10 \mu f$ وجهده $16V$.	C_2
ثنائيات مشعة قياسية .	$D_1 D_3$
ترانزستورات NPN طراز 2N 2219A .	$T_1 - T_4$
ترانزستور NPN طراز 2 N 3904 .	T_5
دائرة متكاملة تحتوي على أربع بوابات NAND طراز 7400 .	IC_1
دائرة متكاملة تحتوي على أربع بوابات AND طراز 7408 .	IC_2
دائرة متكاملة تحتوي على ستة عواكس طراز 7404 .	IC_3
دوائر متكاملة تحتوي على فلابين J, K طراز 7476 .	IC_5, IC_4
ضواغط بريشة مفتوحة NO .	S_1, S_2
سماعة 8Ω .	SPK

نظرية التشغيل :

١ - عند انخفاض ضغط الزيت Low pressure للماكينة تصل إشارة عالية (1) للمدخل رقم (10) للبوابة B فيصبح خرج البوابة B منخفضاً، وبالتالي تصبح حالة المخرج $\overline{Q_2}$ للقلاب الخاص بانخفاض الضغط عالية، فيضئ الثنائي المشع D_2 والخاص بانخفاض الضغط، وفي نفس الوقت تصبح حالة خرج البوابة D منخفضة، وتباعاً فإن خرج البوابة E يصبح منخفضاً، وبالتالي تصبح حالة المداخل 1, 9, 13 للبوابات A, B, C منخفضة، مما يمنع دائرة الإنذار من استقبال مشكلة ثانية في نفس الوقت، وأيضاً يصبح خرج البوابة J عالياً، فيتحول الترانزستور T_5 لحالة الوصل، ليعمل الريلاي RE، فتتغير حالة ريشته القلاب، علماً بأن هذه الريشة توصل بحيث تتحكم في وصول التيار الكهربى للصمام الكهربى لوقود الماكينة فينقطع وصول الوقود للماكينة وتتوقف .

وعند الحافة الهابطة للجهود الداخل على مدخل النبضات (Ck_4) لقلاب السماع SPK تصبح حالة المخرج Q_4 عالية ، وبالتالي تنتقل نبضات الساعة المتولدة من المذبذب المؤلف من البوابات G, H, I بتردد يساوى :

$$F = \frac{1.44}{(R_5 + 2 R_6) C_3} = 700 \text{ Hz}$$

وعندئذ تطلق السماع صفارة الإنذار .

٢ - عند الضغط على ضاغط المعرفة (ACK) "الضاغط S_2 " تصبح حالة المدخل CLR_4 لقلاب السماع منخفضة ، وبالتالي تصبح حالة المخرج Q_4 منخفضة ، وتباعاً يصبح خرج البوابة F منخفضاً، مما يؤدي إلى إسكات السماع مع بقاء الثنائي D_2 مضيئاً.

٣ - عند الضغط على ضاغط التحرير (Reset) "الضاغط S_1 " تصبح حالة مداخل الإمساك PR_1, PR_2, PR_3 لكل من قلاب زيادة السرعة Hi - Speed وقلاب انخفاض الضغط Low Pressure ، وقلاب ارتفاع درجة الحرارة Hi - Temperature منخفضة ، وبالتالي تصبح حالة المخرج المعكوسة $\bar{Q}_1, \bar{Q}_2, \bar{Q}_3$ لهذه القلابات منخفضة ، فينطفئ الثنائي المشع D_2 وفي هذه الحالة هناك احتمالان وهما :

١ - تكرار الإنذار الصوتي والضوئي إذا كانت المشكلة مازالت موجودة .

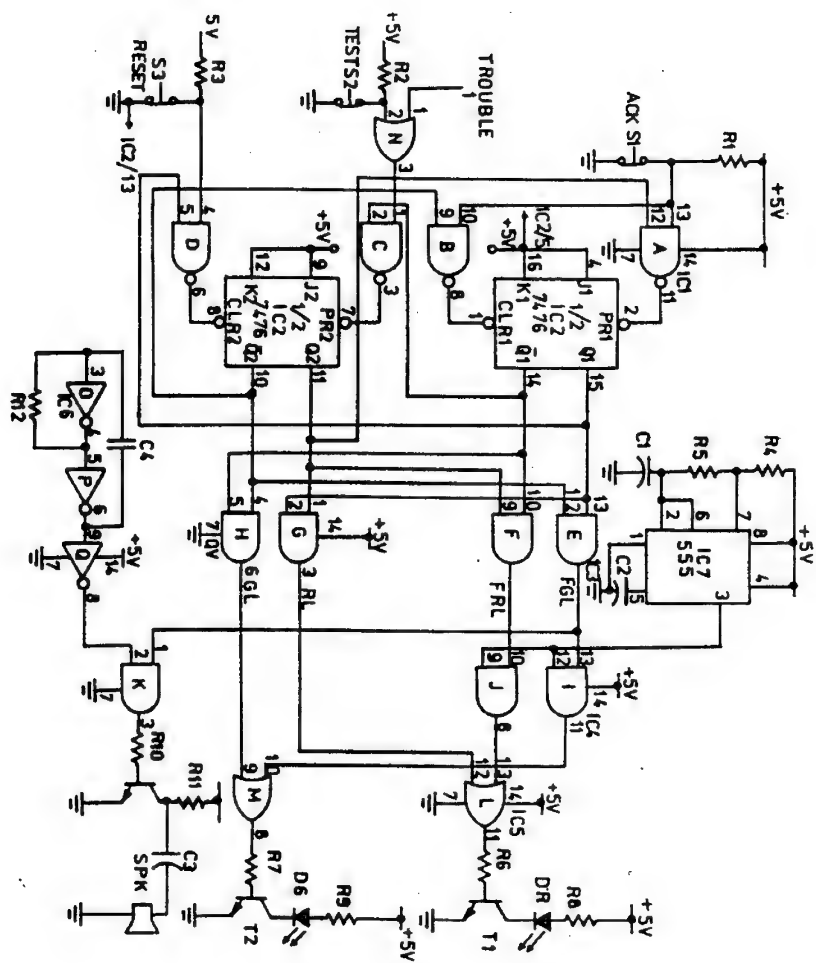
٢ - العودة للحالة الطبيعية .

دائرة رقم 5 :

الشكل (٨ - ٥) يعرض دائرة إنذار صوتية ضوئية لها خمس حالات للتشغيل لاجد العمليات الصناعية .

عناصر الدائرة :

مقاومات كربونية $1k \Omega$.	R_1, R_4, R_{11}
مقاومات كربونية $22k \Omega$.	R_5
مقاومات كربونية $10k \Omega$.	R_6, R_7, R_{10}
مقاومات كربونية 220Ω .	R_8, R_9
مقاومات كربونية 470Ω .	R_{12}
مكثف كيميائي سعته $10\mu f$ وجهده $16V$.	C_1, C_3
مكثف سيراميك $0.01 \mu f$.	C_2
مكثف سيراميك $1 \mu f$.	C_4
ترانزستورات NPN طراز 2N 2219 A .	$T_1 - T_4$
ثنائيات مشعة قياسية .	D_R, D_G
دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات NAND طراز 7400 .	IC_1
دائرة متكاملة تحتوى على فلابين JK طراز 7476 .	IC_2
دوائر متكاملة تحتوى على أربع بوابات AND طراز 7408 .	IC_3, IC_4
دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات OR طراز 7432 .	IC_5
دائرة متكاملة تحتوى على ستة عواكس طراز 7404 .	IC_6
مؤقت NE 555 .	IC_7
سماعة 8Ω .	SPK
ضواغط بريشة مغلقة NC .	$S_1 - S_3$



الشكل (٨ - ٥)

نظرية التشغيل :

يوجد خمس حالات لهذه الدائرة وهي كما يلي :

- ١ - حالة التشغيل العادي وفيها يضيئ الثنائي المشع الأخضر D_G .
- ٢ - أثناء وجود مشكلة يضيئ الثنائي المشع الأحمر D_R بضوء متقطع وتنطلق صفارة الإنذار من السماعة .
- ٣ - عند الضغط على ضاغط المعرفة ACK تتوقف السماعة عن إصدار صفارة الإنذار ، في حين يتحول الضوء المتقطع للثنائي المشع الأحمر D_R لضوء ثابت .
- ٤ - عند الضغط على ضاغط التحرير Reset ينطفئ الثنائي المشع الأحمر D_R في حين يضيئ الثنائي المشع الأخضر D_G بضوء متقطع .
- ٥ - عند الضغط على ضاغط المعرفة ACK يتحول الضوء المتقطع للثنائي المشع الأخضر D_G لضوء ثابت .

وفيما يلي شرح هذه الحالات الخمس بالتفصيل :

- ١ - في الحالة الطبيعية تكون حالة خرج المخرجين \bar{Q}_1, \bar{Q}_2 للقلابين عالية ، وبالتالي يكون خرج البوابة H عالياً ، وتبعاً يكون خرج البوابة M عالياً ، فيضيئ الثنائي المشع الأخضر D_G بضوء ثابت .
- ٢ - عند وصول إشارة عالية للمشكلة Trouble يكون خرج البوابة N عالياً ، وتبعاً يكون خرج البوابة C منخفضاً ، فتصل إشارة منخفضة للمدخل PR_2 ، وبالتالي يحدث إمساك للقلاب السفلي ، وتصبح حالة المخرج Q_2 عالية ، وبالتالي تصبح حالة خرج البوابة F عالية ، ومن ثم تمر نبضات الساعة المتولدة من المذبذب المؤلف من المؤقت 555 عبر البوابة J ، علماً بأن تردد هذه النبضات يساوي :

$$F = \frac{1.44}{C_1 (R_4 + 2 R_5)} = 4 \text{ HZ}$$

وتقوم البوابة L بإمرار هذه النبضات ليضيئ الثنائي المشع الأحمر D_R بضوء متقطع ، وفي نفس الوقت تمر النبضات المتولدة من المذبذب المؤلف من البوابات O, P, Q

بتردد يساوى :

$$F_2 = \frac{1}{3 R_{12} C_4} = 700 \text{ HZ}$$

وذلك عبر البوابة K ، فتصل هذه النبضات إلى السماعة SPK عبر الترانزستور T_3 وتنطلق صفارة الإنذار الصوتى .

٣ - عند الضغط على ضاغط المعرفة (ACK) "الضاغط S_1 " يصبح خرج البوابة A منخفضاً، وبالتالي تصبح حالة المدخل PR_1 للقلاب العلوى منخفضة ، فيحدث إمساك لهذا القلاب وتصبح حالة خرج البوابة G عالية ، ومن ثم يصبح خرج البوابة L عالياً وثابتاً ، فيضىئ الثنائى المشع الأحمر D_R بضوء ثابت فى حين يصبح خرج البوابة K منخفضاً، فتتوقف السماعة عن إصدار صفارة الإنذار الصوتى .

٤ - عند قيام فريق الصيانة بإزالة المشكلة تصبح حالة الإشارة التى تصل لمدخل المشكلة Trouble منخفضة ، وعند الضغط على ضاغط التحرير S_3 يصبح خرج البوابة D منخفضاً ، فتصبح حالة مدخل التحرير (CLR_2) للقلاب السفلى منخفضة ، فيتحرر هذا القلاب ، وبالتالي يصبح خرج البوابة E عالياً، وتباعاً يكون خرج البوابة I عبارة عن نبضات ترددها 4 HZ ، ومن ثم تقوم البوابة M بإمرار هذه النبضات فيضىئ الثنائى المشع الأخضر D_G بضوء متقطع .

٥ - عند قيام المشغل بالضغط على ضاغط المعرفة (ACK) "الضاغط S_1 "، مرة أخرى بعد التأكد من ازالة المشكلة ، يصبح خرج البوابة B منخفضاً ، ومن ثم تصبح حالة مدخل التحرير (CLR_1) للقلاب العلوى منخفضة ، فيحدث تحرير للقلاب العلوى فيصبح خرج البوابة H عالياً، وبالتالي يكون خرج البوابة M عالياً ، ويضىئ الثنائى المشع الأخضر D_G بضوء أخضر ثابت ، وتعود الدائرة للحالة الطبيعية .

الباب التاسع

دوائر الأضواء المتحركة

دوائر الأضواء المتحركة

١ / ٩ - مقدمة :

يعرض هذا الباب موضوعاً جذاباً ألا وهو : دوائر الأضواء المتحركة والمستخدم في لوحات الإعلانات .

وبعض هذه الدوائر يستخدم ثنائيات مشعة، والبعض الآخر يستخدم لمبات قدرة ، وبالطبع بعد دراستك لهذا الباب ، سيكون بمقدورك تحويل الدوائر التي لها خرج ثنائيات مشعة إلى دوائر لها خرج لمبات قدرة والعكس .

وتختلف هذه الدوائر من حيث عدد المخارج وعدد الاشكال الضوئية المتاحة .

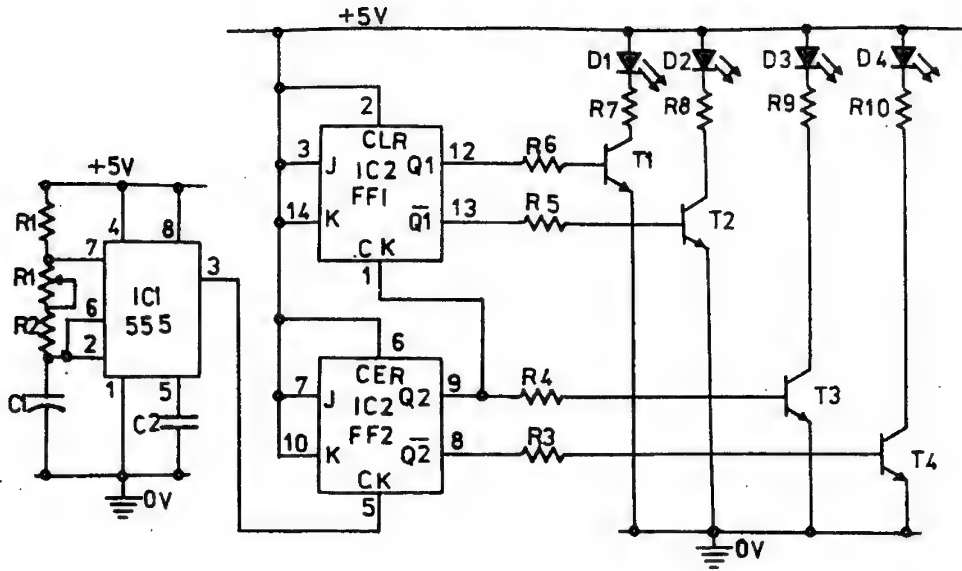
مثال ذلك : ضوء متحرك جهة اليمين، وضوء متحرك جهة اليسار ، وضوء رعاش، واشتعال متدرج للمبات ، وإطفاء متدرج للمبات ، وإشعال كامل للمبات ، وإطفاء كامل للمبات ... إلخ .

والجدير بالذكر أنه استخدمت الطريقة التجارية في تشغيل لمبات القدرة من خرج الدوائر الرقمية ، وذلك بربط دائرة التحكم ، والتي تعمل بجهد $5V$ + أو $12V$ + مباشرة مع دائرة القدرة ، والتي تعمل عند $220V$ من خلال الترياكات ، وهذا بالفعل يحتاج لمزيد من الحذر أثناء التعامل مع هذه الدوائر لوجود جهد عالٍ بالدائرة ، وتمتاز هذه الطريقة بأنها غير مكلفة، ويمكن استخدامها في عمل دوائر الأضواء المتحركة التجارية الموجودة في الأسواق لقلة تكلفتها، ولكن يعاب عليها إمكانية تلف الدائرة بأكملها عند حدوث أى مشكلة في دائرة القدرة ، كتلف الترياكات مثلاً .

٢ / ٩ - دوائر الأضواء المتحركة العملية :

الدائرة رقم 1 :

الشكل (٩ - ١) يعرض دائرة تحكم رقمية للوحة إعلانات بخرج على 4 ثنائيات مشعة .



الشكل (٩ - ١)

عناصر الدائرة :

- | | |
|--|----------------|
| مقاومة كربونية $2.2 \text{ k}\Omega$ | R_1, R_2 |
| مقاومة متغيرة $50 \text{ k}\Omega$ | P_1 |
| مقاومة كربونية $4.7 \text{ k}\Omega$ | $R_3 - R_6$ |
| مقاومة كربونية 220Ω | $R_7 - R_{10}$ |
| مكثف كيميائي سعته $10 \mu\text{f}$ ويعمل عند جهد 16V | C_1 |
| مكثف سيراميك $0.01 \mu\text{f}$ | C_2 |
| أربعة ثنائيات مشعة قياسية | $D_1 - D_4$ |
| مؤقت NE 555 | IC_1 |
| دائرة متكاملة تحتوي على قلابين J, k طراز 7473 | IC_2 |
| ترانزستورات NPN طراز BC 107 | $T_1 - T_4$ |

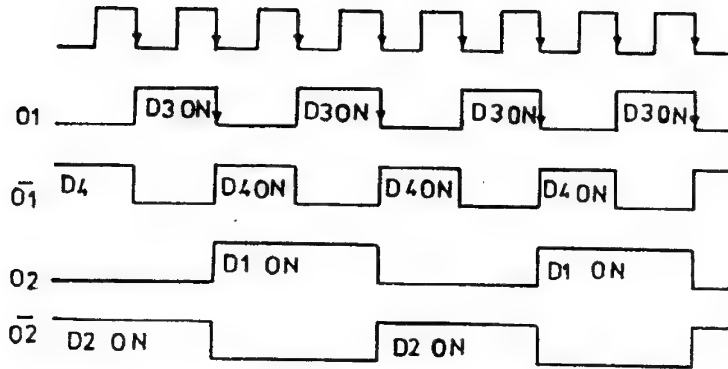
نظرية التشغيل :

عند توصيل الدائرة بمنبع الجهد المستمر 5V + تخرج ذبذبات من المذبذب اللامستقر المؤلف من المؤقت 555 ترددها يساوى :

$$F = \frac{1.44}{C_1 R_1 + 2(R_2 + P_1)} = 1.35 : 22\text{HZ}$$

ويقوم القلاب FF_2 بتنصيف تردد الذبذبات الخارجة من المذبذب اللامستقر ، فى حين يقوم القلاب FF_1 بتقسيم تردد الذبذبات الخارجة من المذبذب اللامستقر على 4 ، وبذلك نحصل على عداد ثنائى بمخرجين ومعكوسها .

والشكل (٩ - ٢) يبين شكل النبضات الخارجة من مخارج القلابات FF_1 ، FF_2 والمقابلة لنبضات الساعة .

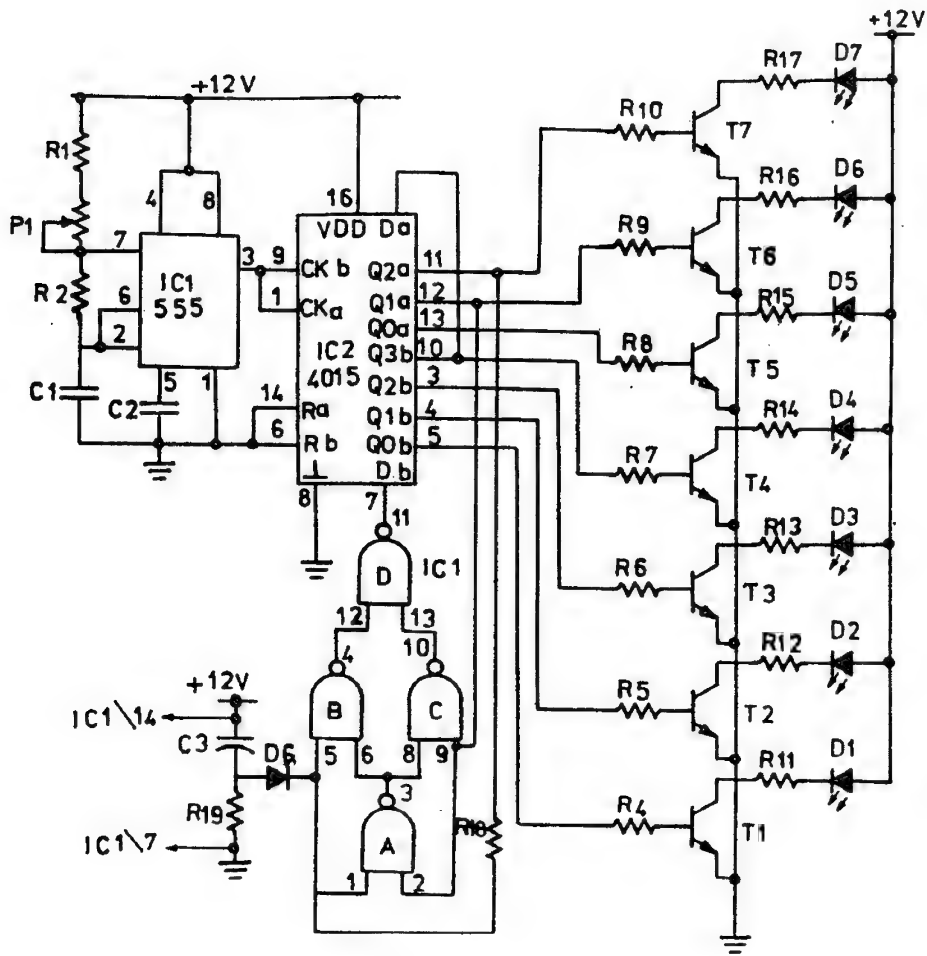


الشكل (٩ - ٢)

والجدير بالذكر أن الشئائى المشع D_1 يضىء عندما تكون حالة المخرج Q_1 للقلاب FF_1 عالية، والشئائى المشع D_2 يضىء عندما تكون حالة المخرج \bar{Q}_1 للقلاب FF_1 عالية ، والشئائى D_3 يضىء عندما تكون حالة المخرج Q_2 للقلاب FF_2 عالية ، والشئائى D_2 يضىء عندما تكون حالة المخرج \bar{Q}_2 للقلاب FF_2 منخفضة .

الدائرة رقم 2 :

الشكل (٩ - ٣) يعرض دائرة تحكم رقمية للوحة إعلانات بخرج على سبعة ثنائيات مشعة.



الشكل (٩ - ٣)

عناصر الدائرة :

R_1	مقاومة كربونية $10k \Omega$.
R_2	مقاومة كربونية $82k \Omega$.
R_3	مقاومة كربونية $3.9k \Omega$.
$R_4 - R_{10}$	مقاومات كربونية $33k \Omega$.
$R_{11} - R_{17}$	مقاومات كربونية $1k \Omega$.
R_{18}	مقاومة كربونية $10k \Omega$.
R_{19}	مقاومة كربونية $10k \Omega$.
P_1	مقاومة متغيرة $1 M \Omega$.
C_1	مكثف كيميائي $1 \mu f$ وجهده $16V$.
C_2	مكثف كيميائي $10 nf$ وجهده $16V$.
C_3	مكثف كيميائي $10 \mu f$ وجهده $16V$.
$D_1 - D_7$	سبعة ثنائيات مشعة قياسية.
D_8	ثنائي سليكوني طراز 1N4148 .
$T_1 - T_7$	ترانزستورات NPN طراز Bc 109 أو Bc 108 أو Bc107 .
IC_1	مؤقت 555 .
IC_2	دائرة متكاملة تحتوى على مسجل إزاحة طراز CD 4015 .
IC_3	دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات NAND طراز CD 4011 .

نظرية التشغيل :

عند وصول التيار الكهربى لهذه الدائرة تكون حالة خرج بوابة XOR المؤلفة من البوابات A, B, C, D عالية ، وذلك نتيجة لوجود العناصر التالية D_8, C_3, R_{19}, R_{18} حيث يشحن المكثف C_3 ، وبالتالي تكون حالة المدخل 5 للبوابة B عالية ، فى حين أن حالة المدخل 9 للبوابة C يكون منخفضاً

وتدخل الإشارة العالية (1) لمدخل بيانات المسجل b (الرجل 7) ، وعند وصول أول نبضة من المؤقت 555 تصبح حالة المخرج Q_{0b} (الرجل 5) عالية فيضئ الثنائي المشع D_1 ، وعند وصول النبضة الثانية من المؤقت 555 يحدث إزاحة للبيانات فتنتقل إلى المخرج Q_{1b} (الرجل 4) ، ويضئ الثنائي المشع D_2 ، وهكذا حتى تصبح حالة المخرج Q_{3b} (الرجل 10) عالية، فيضئ الثنائي المشع D_4 ، وفي نفس الوقت تصل إشارة عالية (1) لمدخل البيانات المسجل a (الرجل 15) ، وعند وصول النبضة التالية تنتقل هذه النبضة للمخرج Q_{0a} (الرجل 13) ، ويضئ D_5 ويحدث إزاحة كلما وصلت نبضة من المؤقت 555 ، حتى تصبح حالة المخرج Q_{2a} (الرجل 11) عالية، في هذه الحالة يضيئ الثنائي D_7 ، وتنتقل إشارة عالية (1) بواسطة بوابة XOR ذات المدخلين المؤلفة من البوابات D - A إلى مدخل بيانات المسجل b (الرجل 7) وتكرر دورة التشغيل من جديد ويمكن تغيير سرعة دوران الضوء بالتحكم في المقاومة P_1 .

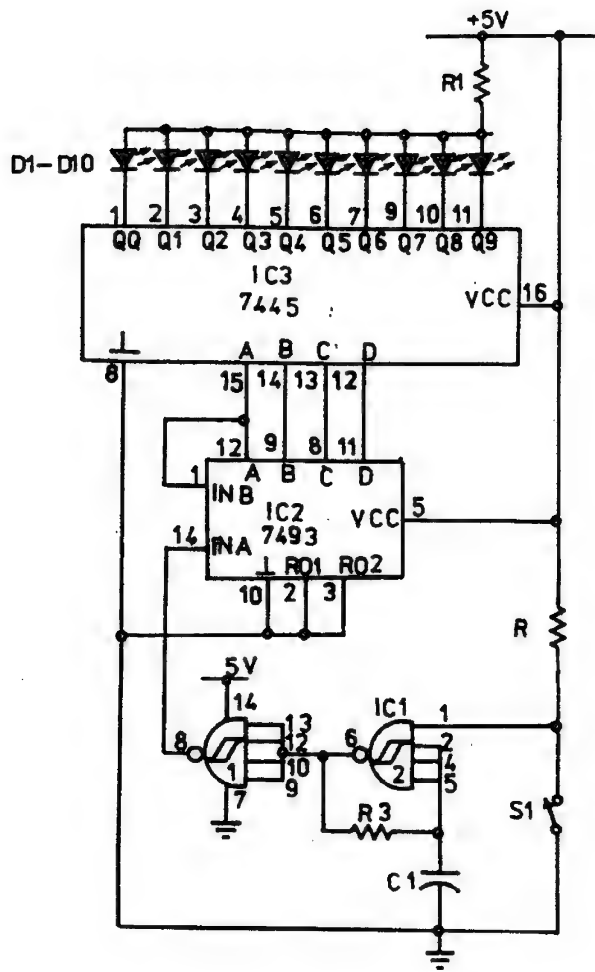
والجدول (٩ - ١) يبين دورة تشغيل واحدة لهذه اللوحة .

الجدول (٩ - ١)

رقم النبضة	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	D_7
1	1	0	0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0	0	0
3	0	0	1	0	0	0	0
4	0	0	0	1	0	0	0
5	0	0	0	0	1	0	0
6	0	0	0	0	0	1	0
7	0	0	0	0	0	0	1
8	1	0	0	0	0	0	0

الدائرة رقم 3 :

الشكل (٩ - ٤) يعرض دائرة تحكم رقمية للوحة إعلانات بخرج على عشرة ثنائيات مشعة تعطي شكلين ضوئيين: ضوء متحرك ، وإعتمام .



الشكل (٩ - ٤)

عناصر الدائرة :

R_1 مقاومة كربونية 120Ω

R_2 مقاومة كربونية $1k\Omega$

R_3 مقاومة كربونية 330Ω

C_1 مكثف كيميائي سعته

$4.7\mu f$ وجهده $10V$.

IC_1 دائرة متكاملة بأربع بوابات

Schmitt NAND طراز

7413.

IC_2 دائرة متكاملة لعداد ثنائي

طراز 7493.

IC_3 دائرة متكاملة لمفسر شفرة

Decoder من 4 خطوط

لعشرة، طراز 7445.

$D_1 - D_{10}$ ثنائيات

مشعة قياسية.

S_1 مفتاح قطب واحد سكة

واحدة

نظرية التشغيل :

عند غلق المفتاح S_1 فإن المذبذب المؤلف من البوابة 2 والمقاومة R_3 والمكثف C_1 سوف

يعمل على توليد نبضات مربعة ترددها :

$$F = \frac{0.9}{R_3 C_1} = 580 \text{ HZ}$$

وتقوم البوابة 1 بإعادة تشكيل النبضات المربعة المتولدة من المذبذب ، وذلك نتيجة للتشويه الناتج من انخفاض جهد خرج البوابة 2 بفعل المقاومة R_3 الموصلة مباشرة بالخرج ، ويقوم العداد الثنائي 7493 والذي يتكون داخلياً من عداد ثنائي بمخرج واحد A ، وعداد ثنائي بثلاثة مخارج B ، ويعمل كعداد ثنائي بأربعة مداخل ، وذلك بتوصيل مخرج العداد الثنائي A (المخرج A) بمدخل نبضات الساعة للعداد B (IN_B) ، وعند وصول نبضات الساعة للمدخل

IN_A فإن العداد يعمل عند الحافة الهابطة ، ويبدأ العد من 0 والذي يقابل :

$$A = L \quad , \quad B = L \quad , \quad C = L \quad , \quad D = L$$

وصولاً للعدد 15 والذي يقابل :

$$A = H \quad , \quad B = H \quad , \quad C = H \quad , \quad D = H$$

حيث إن :

L (منخفض) ، H (عال)

ويقوم مفسر الشفرة IC_3 بتحويل خرج العداد الثنائي لمكافئه العشري .

فمثلاً :

إذا كان العداد الثنائي يكافئ 5 عشري أى يساوى :

$$A = H \quad B = L \quad C = H \quad D = L$$

فإن خرج مفسر الشفرة يكافئ 5 وبالتالي تصبح حالة المخرج Q_5 منخفضة ، وحالة باقى

مخارج مفسر الشفرة عالية (حيث إن مخارج مفسر الشفرة IC_3 معكوسة) .

وبالتالى يضيئ الثنائي المشع D_5 ، وبهذه الطريقة يمكن الحصول على ضوء متحرك ينقطع

لمدة 6 نبضات كل دورة .

والجدول (٩ - ٢) يبين دورة تشغيل واحدة لهذه اللوحة .

الجدول (٩ - ٢)

رقم النبضة	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	D ₁₀
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

الدائرة رقم 4 :

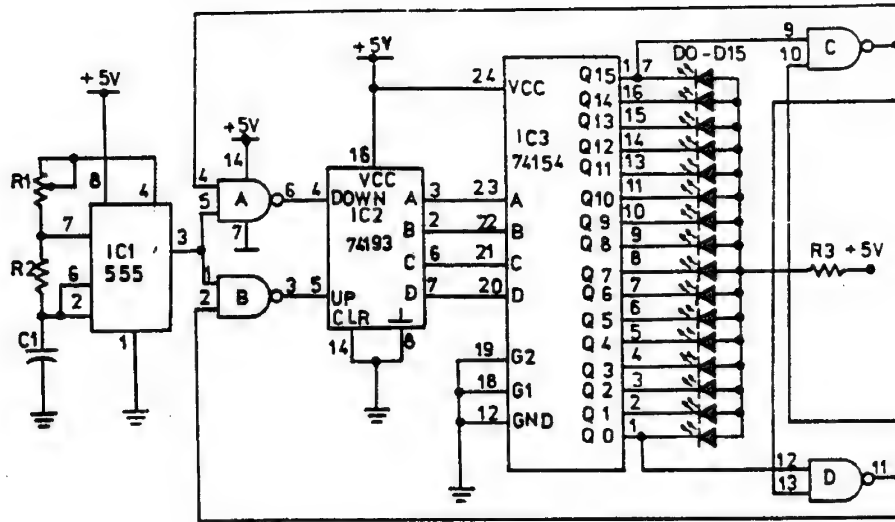
الشكل (٩ - ٥) يعرض دائرة تحكم رقمية للوحة إعلانات بخرج على 16 ثنائيا مشعاً، وتعطى شكلين ضوئيين : الأول : ضوء متحرك جهة اليمين ، والثاني : ضوء متحرك جهة اليسار .

عناصر الدائرة :

R₁ مقاومة متغيرة 100 k Ω .

R₂ مقاومة كربونية 1k Ω .

- R_3 مقاومة كربونية 220Ω .
 C_1 مكثف كيميائي سعته $0.47 \mu f$ وجهده $10V$.
 $D_0 - D_{15}$ ثنائيات مشعة قياسى .
 IC_1 مؤقت NE 555 .
 IC_2 دائرة متكاملة لعداد ثنائى طراز 74193 .
 IC_3 دائرة متكاملة لموزع (DEMUX) من 4 إلى 16 خطأ طراز 74154 .
 IC_4 دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات NAND طراز 7400 .



الشكل (٩ - ٥)

نظرية التشغيل :

عادة فإن حالة مخارج الموزع 74154 تكون عالية عدا واحدة تكون منخفضة، فإذا كانت حالة المخرج Q_0 منخفضة، فإن الثنائى D_0 يضىء، وبالتالي فإن حالة الرجل 13 للبوابة D

تكون منخفضة ، فيصبح خرج البوابة D عالياً ، وبالتالي تصبح حالة مداخل البوابة C عالية ، وتباعاً تكون حالة خرج البوابة C منخفضاً .

وحيث إن حالة المدخل 4 للبوابة A منخفضة ، في حين أن حالة المدخل 2 للبوابة B عالية ، لذلك فإن النبضات القادمة من المذبذب اللامستقر المؤلف من المؤقت 555 بتردد يساوى :

$$F = \frac{1.44}{(R_1 + 2 R_2) C_1} = 30 : 1532 \text{ HZ}$$

يمر معكوسها عبر البوابة B للمدخل التصاعدي UP للعداد IC₂ ، في حين يصبح حالة خرج البوابة A عالياً ، وبالتالي تصبح حالة المدخل التنازلي Down للعداد IC₂ عالية ، ويعمل العداد في هذه الحالة كعداد تصاعدي ، وتضيء الثنائيات D₀ - D₁₅ بالتتابع تصاعدياً مع بقاء حالة مداخل و مخارج البوابتين B , A كما هي .

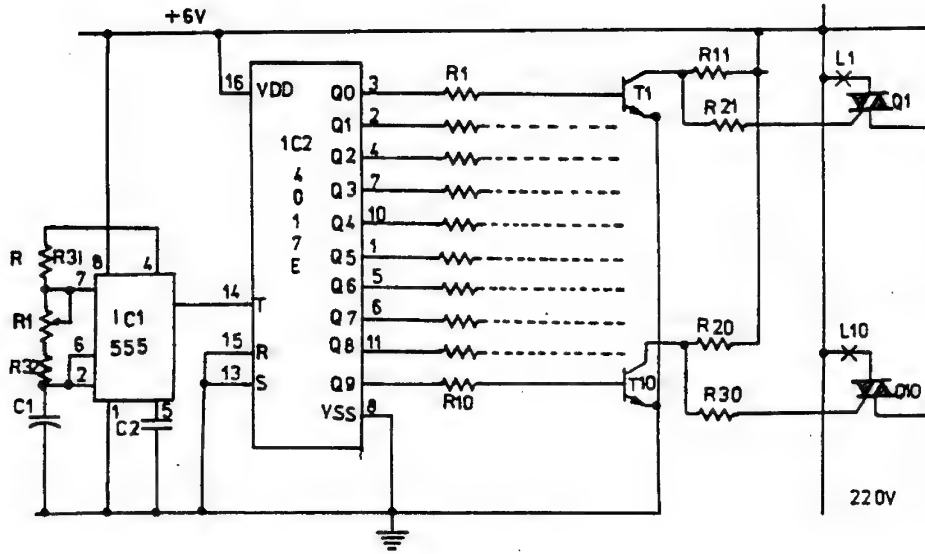
وبمجرد إضاءة الثنائي D₁₅ فإن هذا يعنى أن حالة المخرج Q₁₅ للموزع IC₃ تكون منخفضة، وبالتالي يصبح خرج البوابة C عالياً ، وتباعاً يصبح حالة مدخل البوابة D عالية ، وتباعاً يكون خرج البوابة D منخفضاً ، ونتيجة لذلك يتغير مسار النبضات المتولدة من المذبذب اللامستقر فيمر معكوسها عبر البوابة A بدلاً من البوابة B وصولاً للمدخل التنازلي Down للعداد IC₂ ، وبالتالي تضيء الثنائيات D₀ - D₁₅ بالتتابع تنازلياً ، وبمجرد إضاءة الثنائي D₀ يعمل العداد تصاعدياً ، وهكذا .

وبذلك تضيء الثنائيات تصاعدياً مرة وتنازلياً مرة أخرى ، علماً بأن عدد الثنائيات المضيئة في أى لحظة واحد فقط ، لذلك استخدمت مقاومة واحدة لتحديد التيار المار في الثنائيات R₃.

فإذا كانت الثنائيات مرتبة على شكل مسار مغلق يبدو للمشاهد أن الضوء يتحرك في اتجاه عقارب الساعة مرة ، وعكس اتجاه عقارب الساعة مرة أخرى بطريقة دورية .

الدائرة رقم 5 :

الشكل (٩ - ٦) يعرض دائرة تحكم رقمية للوحة إعلانات يخرج على عشر لمبات قدرة زتعطى ضوءاً متحركاً واحداً .



الشكل (٩ - ٦)

عناصر الدائرة :

مقاومات كربونية 560Ω .	$R_1 - R_{10}$
مقاومات كربونية $2.2 k\Omega$.	$R_{11} - R_{20}$
مقاومات كربونية 190Ω .	$R_{21} - R_{30}$
مقاومات كربونية $2.2 k\Omega$.	R_{31} , R_{32}
مقاومة متغيرة $50 k\Omega$.	P_1
مكثف كيميائي سعته $10\mu f$ وجهده $10 V$.	C_1
مكثف قرصى سعته $0.01\mu f$.	C_2
ترانزستورات NPN طراز BC 337 أو مكافئه .	$T_1 - T_{10}$
ترياكات 8 أمبير ، 600 فولت طراز TIC 225 M .	$Q_1 - Q_{10}$
مؤقت NE 555 .	IC_1
دائرة متكاملة لعداد عشري طراز CD 4017 E .	IC_2

نظرية التشغيل :

يقوم المذبذب اللامستقر المؤلف من المؤقت 555 بتوليد نبضات مربعة ترددها :

$$F = \frac{1.44}{C_1 [R_{31} + 2 (R_{32} + P_1)]} = (1.35 : 22 \text{ HZ})$$

وتصل هذه النبضات المربعة لمدخل النبضات (T) للعداد العشري 4017 ، والجدول (٩ - ٣) يبين خرج العداد عند وصول النبضات لمدخل النبضات (T) .

رقم النبضة	Q ₀	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	Q ₅	Q ₆	Q ₇	Q ₈	Q ₉
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

الجدول (٩ - ٣)

فإذا كانت هذه اللمبات مرتبة على الإطار الخارجى للوحة إعلانات يبدو للمشاهد أن الضوء يتحرك .

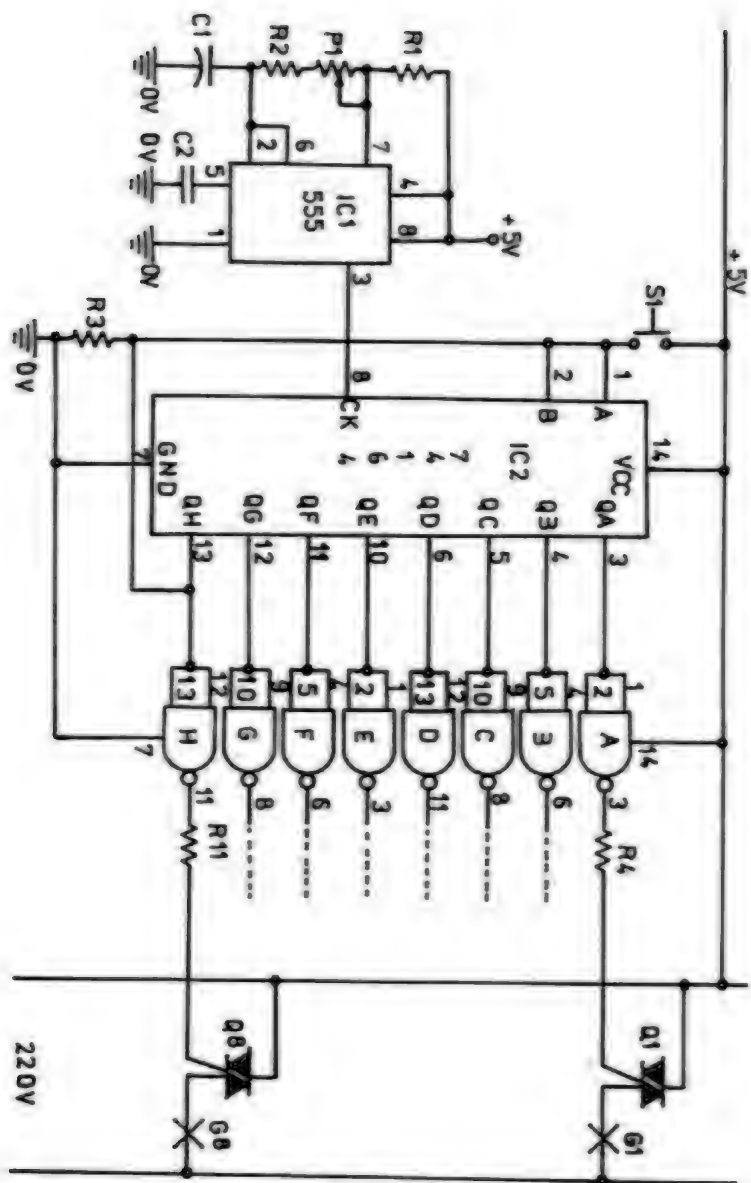
والجدير بالذكر أن الترانزستورات T₁ - T₁₀ تعمل على رفع مستوى التيار الخارج من العداد ، وتقوم بقيادة الترياقات Q₁ - Q₁₀ والتي تقوم بوصل وفصل لمبات الإضاءة . علماً بأنه يمكن استخدام عشر مجاميع من اللمبات ، بحيث إن قدرة كل مجموعة أقل من أو تساوى (8 x 220 = 1760 W) ، كما أنه يجب تثبيت كل ترياك على قطعة من الألومنيوم ، أبعادها (50 x 50 x 2 mm) .

الدائرة رقم 6 :

الشكل (٩ - ٧) يعرض دائرة التحكم الرقمية للوحة إعلانات بثمانية مخارج مزودة بإمكانية لتغيير النموذج الضوئي المعروض عليها .

عناصر الدائرة :

- R_1, R_2 مقاومات كربونية $2.2\text{ k}\Omega$.
- R_3 مقاومة كربونية 680Ω .
- $R_4 - R_{11}$ مقاومات كربونية 120Ω .
- P_1 مقاومة متغيرة $50\text{ k}\Omega$.
- C_1 مكثف كيميائي سعته $10\mu\text{f}$ وجهده 16V .
- C_2 مكثف قرصى سعته $0.01\mu\text{f}$.
- $Q_1 - Q_8$ ترياقات تعمل عند جهد 220V وتياره 8A طراز TIC 225 M .
- IC_1 مؤقت NE 555 .
- IC_2 دائرة متكاملة تحتوى على مسجل إزاحة طراز 74164 .
- IC_3, IC_4 دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات NAND طراز 7426 .
- S_1 ضاغط بريشة مفتوحة NO .



الشكل (٩ - ٧)

نظرية التشغيل :

عند وصول التيار الكهربى يعمل المذبذب اللامستقر (المؤلف من المؤقت 555) بتردد (1.35 : 22 HZ) ، وتدخل هذه النبضات المدخل النبضات (CK) لمسجل الإزاحة IC₂ وهو مسجل إزاحة بدخل متوال ، وخرج متواز ويحتوى على مدخلى توال للمعلومات A, B ويمكن تسجيل المعلومات فى المسجل بالضغط على الضاغط S₁ علماً بأنه يمكن إضاءة ثمانى مجموعات من اللمبات ، كل مجموعة من اللمبات توصل مع مصدر جهد 220V من خلال ترياك TIC 225 M ، وأقصى تيار لكل مجموعة يساوى : 8 A .

والجدير بالذكر أن شكل الضوء الذى نحصل عليه هو ضوء متحرك بحيث إن عدد المجموعات المضيئة فى أى لحظة يعتمد على عدد مرات ضغط الضاغط S₁ ، فإذا ضغط الضاغط S₁ مرة واحدة يكون عدد المجموعات المضيئة فى كل لحظة مجموعة واحدة وهكذا ، وتظل المعلومات المسجلة تعيد نفسها ؛ لأن المخرج الأخير Q_H يتصل بمدخل بيانات التوالى . A, B ولا يمكننا مسح المعلومات المسجلة إلا بعد قطع التيار الكهربى عن الدائرة ، وتقوم الدوائر المتكاملة IC₃ , IC₄ والتى تحتوى كل منها على 4 بوابات NAND تستخدم كمواكس تعمل على قيادة الترياقات Q₁ - Q₈ . ويمكن التحكم فى سرعة الضوء المتحرك بالتحكم فى قيمة المقاومة المتغيرة P₁ .

الدائرة رقم 7 :

الشكل (٨ - ٩) يعرض دائرة رقمية للوحة إعلانات لها نموذجان للإضاءة :

الأول : إضاءة تدريجية . والثاني : انطفاء تدريجى .

عناصر الدائرة :

R ₁ , R ₂	مقاومات كربونية 2.2 K Ω
R ₃ - R ₇	مقاومات كربونية 360 Ω .
P ₁	مقاومة متغيرة 55 K Ω .
C ₁	مكثف كيميائى 10 μ f وجهد 10V .

C ₂	مكثف قرصى ، (Disc) سعته 0.01µf .
T ₁ - T ₆	ترياك 6A وجهده 600V طراز TIC 216 M .
IC ₁	مؤقت NE 555 .
IC ₂ - IC ₄	دوائر متكاملة تحتوى على قلابين D طراز SN 7474 .

نظرية التشغيل :

كما هو واضح من مخطط الدائرة أن المذبذب اللامستقر المؤلف من المؤقت 555 يولد موجات مربعة ترددها يتراوح ما بين (1.35 : 22 HZ) ، وتوصل قلابات D الستة لتعمل كمسجل إزاحة له دخل توال وخرج تواز .

والجدول (٩ - ٤) يبين دورة تشغيل واحدة لهذه اللوحة علماً بأن هذه الدورة تتكرر

طوال فترة التشغيل .

الجدول (٩ - ٤)

رقم النبضة	G ₁	G ₂	G ₃	G ₄	G ₅	G ₆
1	1	0	0	0	0	0
2	1	1	0	0	0	0
3	1	1	1	0	0	0
4	1	1	1	1	0	0
5	1	1	1	1	1	0
6	1	1	1	1	1	1
7	0	1	1	1	1	1
8	0	0	1	1	1	1
9	0	0	0	1	1	1
10	0	0	0	0	1	1
11	0	0	0	0	0	1
12	0	0	0	0	0	0

ففى البداية يكون حالة مدخل بيانات القلاب الأيسر عالية ؛ لأن حالة المخرج المعكوس للقلاب الأيمن تكون عالية ، وعند وصول النبضة الأولى تنتقل حالة البيانات إلى مخرج القلاب الأيسر ، وعند وصول النبضة الثانية تنتقل حالة مخرج القلاب الأيسر (مدخل بيانات القلاب الثانى) لمخرجه وهكذا ، وعند النبضة السادسة تصبح حالة مخرج القلاب الأيمن عالية، وبالتالي تكون حالة معكوس خرج القلاب الأيمن منخفضة ، والتي تنتقل لمدخل بيانات القلاب الأيسر وعند النبضة السابعة يصبح خرج القلاب الأيسر منخفضاً وهكذا .

الدائرة رقم 8 :

الشكل (٩ - ٩) يعرض الدائرة الالكترونية للوحة إعلانات تحتوى على أربع مجاميع من اللمبات ، وتعطى أربعة نماذج ضوئية (اشتعال متدرج - إطفاء كامل - اشتعال كامل - إطفاء كامل) .

عناصر الدائرة :

$R_1 - R_4$	مقاومات كربونية 560Ω .
$R_5 - R_8$	مقاومات كربونية $2.2 k \Omega$.
$R_9 - R_{12}$	مقاومات كربونية 190Ω .
$R_{13} - R_{14}$	مقاومات كربونية $2.2 k \Omega$.
P_1	مقاومة متغيرة $50 k \Omega$.
C_1	مكثف كيميائى سعته $10 \mu f$ وجهده $16 V$.
C_2	مكثف قرصى (Disc) سعته 0.01 .
$T_1 - T_4$	ترانزستور NPN طراز BC 337 أو مكافئة .
$Q_1 - Q_4$	ترياك $8 A$, $600 V$ طراز TIC 225 M .
IC_1	دائرة متكاملة لمؤقت NE 555 .
IC_2	دائرة متكاملة لمسجل إزاحة طراز 74164 .
IC_3 , IC_4	دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات XOR طراز 7486 .

نظرية التشغيل :

يقوم المذبذب اللامستقر المؤلف من المؤقت 555 بتوليد نبضات مربعة ترددها :

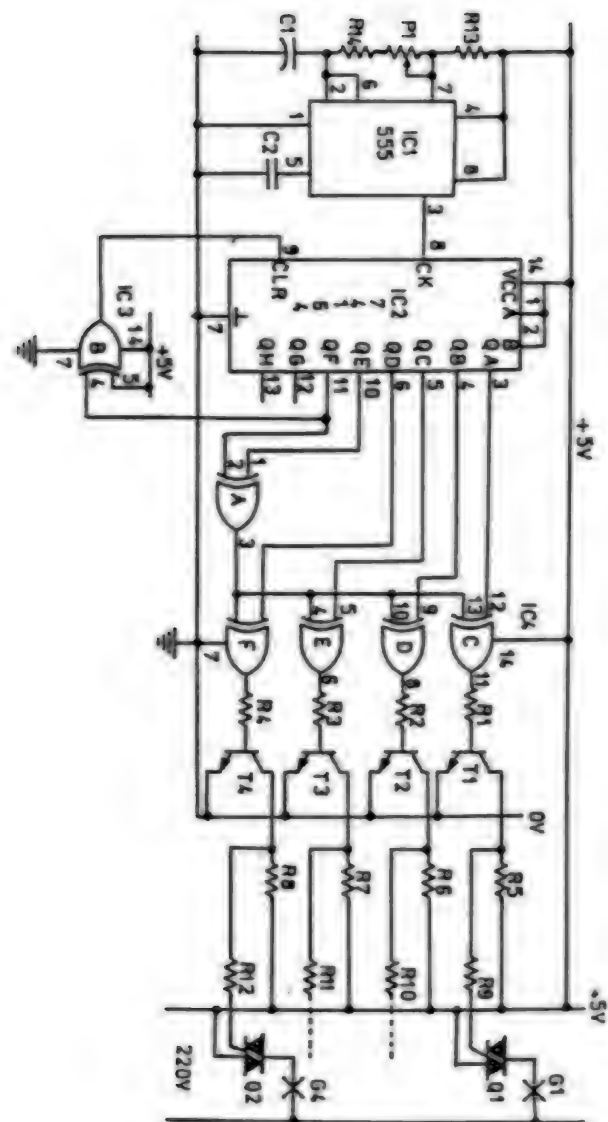
$$F = \frac{1.44}{C_1 [R_{13} + 2(R_{14} + P_1)]}$$

وتصل هذه النبضات المربعة لمدخل النبضات CK لمسجل الإزاحة 74164 وحتى تنتقل الحالة العالية (حالة مداخل البيانات A , B) لمخارج المسجل يجب أن تكون حالة مدخل التحرير CLR مرتفعة ، ففي البداية تكون حالة جميع مخارج مسجل الإزاحة منخفضة ، وبالتالي يصبح خرج البوابة B عالياً ، وعند وصول أول نبضة لمدخل نبضات مسجل الإزاحة تصبح حالة Q_A عالية ، وباقي المخارج منخفضة ، وعند النبضة الثانية تصبح حالة Q_B ، Q_A عالية ، وباقي المخارج منخفضة ، وعند النبضة السادسة تصبح حالة $Q_F - Q_A$ عالية ، وباقي المخارج منخفضة ، وفي هذه الحالة يصبح خرج البوابة B منخفضاً ، فتعود حالة جميع مخارج مسجل الإزاحة عند النبضة السابعة منخفضة مرة أخرى ، ثم تتكرر دورة التشغيل عند وصول النبضة الثامنة .

والجدول (٩ - ٥) يبين حالة مخارج المسجل IC_2 عند وصول نبضات الساعة إلى مدخل النبضات Ck (الرجل 8) .

الجدول (٩ - ٥)

رقم النبضة	Q_A	Q_B	Q_C	Q_D	Q_E	Q_F
1	1	0	0	0	0	0
2	1	1	0	0	0	0
3	1	1	1	0	0	0
4	1	1	1	1	0	0
5	1	1	1	1	1	0
6	1	1	1	1	1	1
7	0	0	0	0	0	0



الشكل (٩ - ٩)

وتعمل الترانزستورات $T_1 - T_4$ على رفع مستوى التيار الخارج من البوابات C - F لقيادة الترياقات $Q_1 - Q_{10}$ ، والتي تقوم يوصل وفصل لمبات الإضاءة في حين تقوم البوابات C - F بتحقيق النماذج الضوئية الأربعة المبينة في الجدول (٩ - ٦) .

الجدول (٩ - ٦)

رقم النبضة	G_1	G_2	G_3	G_4
1	1	0	0	0
2	1	1	0	0
3	1	1	1	0
4	1	1	1	1
5	0	0	0	0
6	1	1	1	1
7	0	0	0	0

علماً بأنه من خواص بوابة XOR هو أن حالة مخرجها يكون عالياً ، إذا كانت حالة أحد مدخلها عالياً فقط .

والجدير بالذكر أنه يجب تثبيت الترياقات على مشتتات حرارة عبارة عن قطعة ألومنيوم أبعادها (50 x 50 x 2 mm) ، مع وضع كل الدائرة داخل علبة محكمة من الألومنيوم لحفظ الدائرة من العوامل الطبيعية والجوية .

الدائرة رقم 9 :

الشكل (٩ - ١٠) يعرض الدائرة الرقمية للوحة إعلانات تحتوى على خمس مجموعات من اللمبات ، وتعطى أربعة نماذج من الإضاءة ، وهى : إضاءة متدرجة فى اتجاه عقارب الساعة - إطفاء كامل - إضاءة متدرجة فى عكس اتجاه عقارب الساعة - إطفاء كامل .

عناصر الدائرة :

مقاومات كربونية $2.2\text{ k}\Omega$.	R_1, R_2
مقاومات كربونية 560Ω .	$R_3 - R_7$
مقاومات كربونية $2.2\text{ k}\Omega$.	$R_8 - R_{12}$
مقاومات كربونية 190Ω .	$R_{13} - R_{17}$
مقاومة متغيرة $50\text{ k}\Omega$.	P_1
مكثف كيميائى سعته $10\mu\text{f}$ وجهده 10V .	C_1
مكثف قرصى (Disc) سعته $0.01\mu\text{f}$.	C_2
ترانزستورات NPN طراز BC 337 أو مكافئها .	$T_1 - T_5$
ترياكات 8 A , 600 V طراز TIC 225 M .	$Q_1 - Q_5$
مؤقت NE 555 .	IC_1
دوائر متكاملة لمسجلات إزاحة طراز 74164 .	$IC_2 - IC_4$
دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات NAND طراز 7400 .	IC_5
دوائر متكاملة تحتوى على أربع بوابات XOR طراز 7486 .	IC_6, IC_7

نظرية التشغيل :

الجدول (٩ - ٧) يبين دورة تشغيل واحدة لهذه اللوحة علماً بأن هذه الدورة تتكرر طوال فترة التشغيل .

الجدول (٩ - ٧)

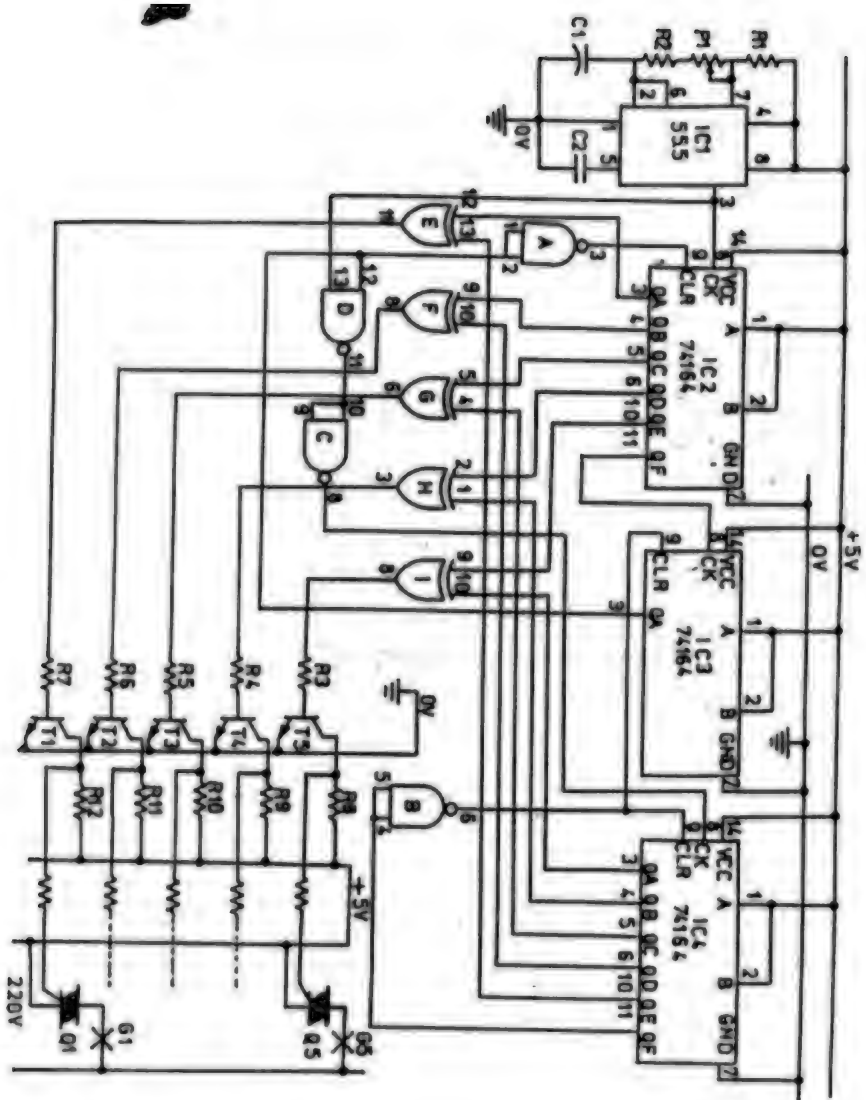
رقم النبضة	G_1	G_2	G_3	G_4	G_5
1	1	0	0	0	0
2	1	1	0	0	0
3	1	1	1	0	0
4	1	1	1	1	0
5	1	1	1	1	1
6	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	1
8	0	0	0	1	1
9	0	0	1	1	1
10	0	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1
12	0	0	0	0	0

فعند وصول التيار الكهربى للدائرة تصل النبضات الخارجة من المؤقت 555 لمدخل نبضات المسجل IC_2 ، فتصبح حالة مخارج هذا المسجل عالية ، الواحد تلو الآخر .
 فعند النبضة الخامسة تصبح جميع مخارج المسجل IC_2 المخارج $(Q_A - Q_E)$ عالية ،
 وعند النبضة السادسة تصل نبضة عالية من المخرج Q_F للمسجل IC_2 إلى مدخل نبضات المسجل IC_3 ، فتصبح حالة المخرج Q_A للمسجل IC_3 عالية ، وبالتالي تصل نبضة منخفضة لمدخل تحرير المسجل IC_2 عبر البوابة A فتعود حالة جميع مخارج المسجل IC_2 للحالة المنخفضة ، وتنطفئ جميع مجموعات اللمبات ، ويصبح المسجل IC_2 فى حالة راحة ، فى حين تصل نبضات المذبذب اللامستقر عبر بوابة AND المؤلفة من البوابتين D , C لمدخل نبضات المسجل IC_4 ، وتباعاً تصبح حالة مخارج المسجل عالية ، الواحد تلو الآخر ، حتى تصبح جميع المخارج $Q_A - Q_F$ عالية عند النبضة الحادية عشرة ، وعند وصول النبضة الثانية عشر تصل إشارة منخفضة عبر بوابة NOT المشكلة من البوابة B لمدخل تحرير كل من المسجل IC_3 ، والمسجل IC_4 ، فتعود حالة جميع مخارج المسجلين IC_3 ، IC_4 للحالة المنخفضة ،

وتنطفئ جميع المجموعات وتصبح IC_4 فى حالة راحة ، فى حين تصل إشارة عالية لمدخل تحرير المسجل IC_3 ويصبح المسجل مهيباً لتلقى النبضات القادمة من المذبذب اللامستقر ، وتكرر دورة التشغيل .

والجدير بالذكر أن البوابات $E - I$ موصلة مع مخارج المسجل IC_2 والمسجل IC_4 ؛ لتحقيق دورة التشغيل المبينة بالجدول (٩ - ٧) ، وتعمل الترانزستورات $T_1 - T_5$ على رفع مستوى تيار خرج البوابات $E - I$ ، وقيادة الترياقات $Q_1 - Q_5$ للتحكم فى وصل وفصل المجموعات $G_1 - G_5$ بما يحقق الجدول (٩ - ٧) .

والجدير بالذكر أنه يجب تثبيت كل ترياك على مشنت حرارة (مبرد) أبعاده (40 x 40 x 2 mm) ، ويمكن استخدام مصدر قدرة مستمر منظم قادر على تغذية هذه الدائرة بتيار 1A ، ويثبت منظم الجهد على مبرد أبعاده (70 x 70x2 mm) ، وتوضع هذه الدائرة داخل صندوق من الألومنيوم لحماية الدائرة من العوامل الطبيعية .



الشكل (٩ - ١٠)

الباب العاشر

دوائر الأضواء المتحركة المبرمجة

دوائر الأضواء المتحركة المبرمجة

١ / ١٠ - مقدمة :

يستخدم فى دوائر الاضواء المتحركة المبرمجة دوائر متكاملة للذاكرات مثل :

١ - ذاكرة القراءة والكتابة RAM .

٢ - ذاكرة القراءة فقط PROM .

٣ - ذاكرة القراءة فقط EPROM .

ويتم برمجة هذه الذاكرات للحصول على نماذج ضوئية مختلفة، والجدير بالذكر أن استخدام ذاكرة RAM فى هذا المجال قلما يحدث ؛ نظراً لأن ذاكرة RAM تفقد محتوياتها بمجرد انقطاع التيار الكهربى عنها .

فى حين يعاب على استخدام ذاكرة PROM أنه لا يمكن تغيير البرنامج المخزن فيها حيث لا يمكن برمجة هذا النوع من الذاكرات إلا مرة واحدة ، وتظل محتوياتها ثابتة ، وهذا بالفعل يمثل مشكلة خصوصاً عند حدوث خطأ أثناء البرمجة .

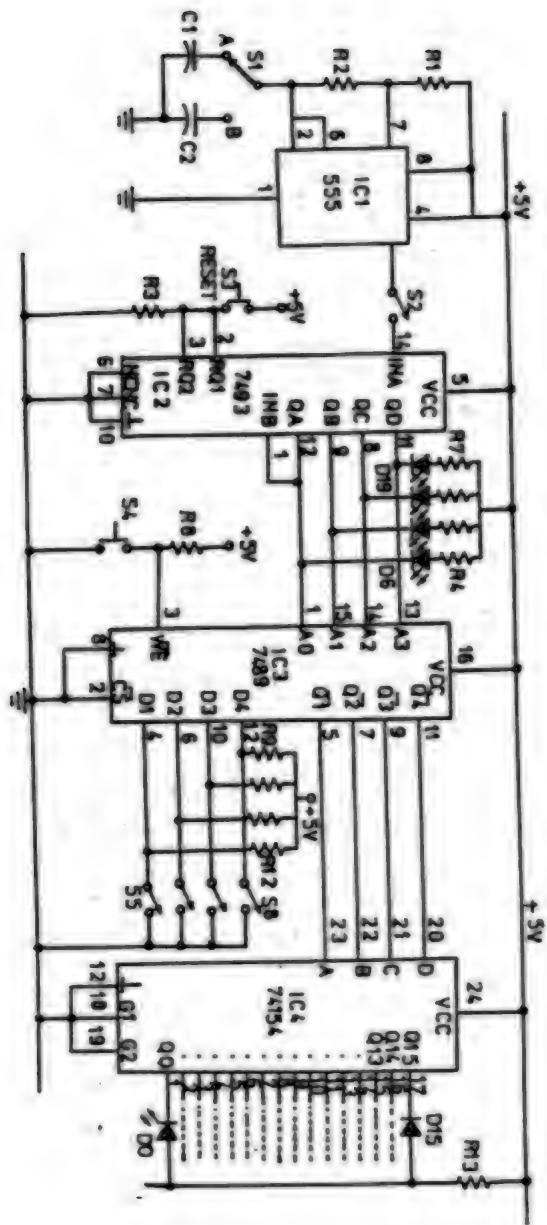
أما النوع الثالث : وهو ذاكرة EPROM ، فهى أفضل من النوعين السابقين فى مجال الدعاية والإعلان ، لأن هذه الذاكرة تتميز بإمكانية مسحها بتعريضها لأشعة فوق بنفسجية UV، كما أنها لا تفقد محتوياتها عند انقطاع التيار الكهربى عنها وتتوفر هذه الذاكرات بأسعار رخيصة ، كما أنه يمكن بسهولة برمجتها .

١٠ / ٢ - دوائر الأضواء المتحركة المبرمجة العملية .

سنتناول فى هذه الفقرة الطرق العملية المستخدمة لبرمجة ذاكرات RAM, EPROM, PROM وكذلك دائرة عملية لجهاز لمسح ذاكرات EPROM ، بالإضافة إلى مجموعة من الدوائر العملية للوحات الإعلانات المبرمجة .

الدائرة رقم 1 :

الشكل (١٠ - ١) يعرض دائرة التحكم الرقيمة فى لوحة إعلانات مبرمجة تستخدم ذاكرة RAM ولها خرج على 16 ثنائياً مشعاً .



الشكل (١٠ - ١)

عناصر الدائرة :

R_1	مقاومة كربونية $1M\Omega$.
R_2, R_3	مقاومات كربونية $1K\Omega$.
$R_4 - R_7$	مقاومات كربونية 620Ω .
R_{13}	مقاومة كربونية 620Ω .
$R_8 - R_{12}$	مقاومات كربونية $10K\Omega$.
C_1	مكثف كيميائي سعته $5 \mu F$ وجهده (10V) .
C_2	مكثف كيميائي سعته $1000 \mu F$ وجهده (10V) .
IC_1	مؤقت NE 555 .
IC_2	دائرة متكاملة لعداد ثنائي طراز 7493 .
IC_3	ذاكرة RAM سعتها 16×4 طراز 7489 .
IC_4	موزع DMUX فى خط من ستة عشر خطأ طراز 74154 .
$D_0 - D_{15}$	ثنائيات مشعة قياسية .
S_1	مفتاح قطب واحد سكتين .
$S_2, S_5 - S_8$	مفاتيح قطب واحد سكة واحدة .
S_3, S_4	ضواغط بريشة مفتوحة NO .

خطوات برمجة الذاكرة RAM :

يوضع المفتاح S_1 على وضع A لتشغيل مولد النبضات المؤلف من المؤقت 555 بمعدل نبضة كل خمس ثوانى ، وبالضغط على S_3 تعود كل مخارج العداد الثنائى IC_2 للصفر فتضىء جميع الثنائيات المشعة $D_{16} - D_{19}$ ، وهذا يمثل العنوان 0000 للعداد ، ثم يغلق المفتاح S_2 وباستخدام المفاتيح $S_5 - S_8$ يتم تجهيز الكلمة المطلوب إدخالها على العنوان 0000 ، وبالضغط على S_4 تنتقل هذه الكلمة للموضع الذى عنوانه 0000 فى ذاكرة RAM.

وعند وصول النبضة الاولى لمدخل النبضات 14 للعداد IC₂ يصبح خرج العداد مساوياً 0001 ، حينئذ يتم تجهيز الكلمة المطلوب إدخالها على هذا العنوان بواسطة المفاتيح S₈ - S₅ ، ثم الضغط على الضاغط S₄ لإدخالها وهكذا ، وبهذه الطريقة يمكن تعبئة الذاكرة RAM .
والجدير بالذكر أن خرج ذاكرة RAM طراز 7489 هو معكوس الكلمات المخزنة ، والجدول (١٠ - ١) يبين نموذجاً مقترحاً للكلمات التي يتم إدخالها في مواضع الذاكرة المختلفة .

الجدول (١٠ - ١)

العنوان	الثنائي المضيء	الكلمة المدخلة إلى RAM	الكلمة الخارجة من RAM
0000	D0	1111	0000
0001	D1	1110	0001
0010	D2	1101	0010
0011	D3	1100	0011
0100	D4	1011	0100
0101	D5	1010	0101
0110	D6	1001	0110
0111	D7	1000	0111
1000	D8	0111	1000
1001	D9	0110	1001
1010	D10	0101	1010
1011	D11	0100	1011
1100	D12	0011	1100
1101	D13	0010	1101
1110	D14	0001	1110
1111	D15	0000	1111

نظرية التشغيل :

- ١ - يوضع المفتاح S₁ على وضع B فيعمل المؤقت 555 كمذبذب لاستقر بمعدل نبضة كل ثانية أى بتردد (1HZ) وتغلق المفتاح S₂ .

٢- نضغط على الضاغط S_3 لتحرير العداد IC_2 للبدء من الصفر ، فيكون خرج العداد 0000 .
 فى الثانية الاولى ، وهذا يمثل عنوان الكلمة المخزنة فى ذاكرة RAM ، فتخرج الكلمة 0000 على المخرج $\bar{Q}_4 - \bar{Q}_1$ لوحدة الذاكرة (انظر الجدول ٩ - ١) .
 ويقوم الموزع DMUX طراز 74154 بتحويل هذه الكلمة الثنائية لمكافئها العشري ، فتكون حالة المخرج 0 للموزع منخفضة (حيث إن مخارج الموزع معكوسة) وباقى المخرج عالية ، فيضئ الثنائى D_0 ، وفى الثانية الثانية يكون خرج العداد 0001 فتخرج الكلمة 0001 على المخرج $\bar{Q}_4 - \bar{Q}_1$ لوحدة الذاكرة (انظر الجدول ٩ - ١) ، ويقوم الموزع DMUX طراز 74154 بتحويل حالة المخرج المكافئ للمكافئ العشري من مرتفع لمنخفض ، فيضئ الثنائى D_1 ، وهكذا ، وعند الثانية السادسة عشرة تصل النبضة السادسة عشرة لمدخل نبضات العداد فيصبح خرج العداد الثنائى للعداد 1111، فتنتقل الكلمة 1111 للمخرج $\bar{Q}_4 - \bar{Q}_1$ لذاكرة RAM ويقوم DMUX بتحويل حالة المخرج المكافئ للمكافئ العشري لهذه الكلمة من مرتفع لمنخفض ، فتضئ D_{15} ، وفى الثانية السابعة عشرة تصل النبضة السابعة عشرة لمدخل نبضات العداد ، فتتحرر جميع مخارج العداد وتعود للصفر وتكرر دورة التشغيل .
 والجدير بالذكر أنه يمكن تغيير الكلمات المدخلة إلى RAM حسب النموذج الضوئى المطلوب ، كما أنه يمكن استبدال الثنائيات المشعة بمجموعات من اللمبات كما سيتضح فى الدائرة 2 .

الدائرة رقم 2 :

الشكل (١٠ - ٢) يعرض دائرة التحكم الرقمية للوحة إعلانات مبرمجة تحتوى على عدد 2 ذاكرة RAM طراز 7489 ، وتقوم بالتحكم فى إضاءة ثمانى مجموعات من اللمبات - G_1 G_8 ، بحيث إن شدة التيار المسحوب لكل مجموعة لا يزيد عن 6A .

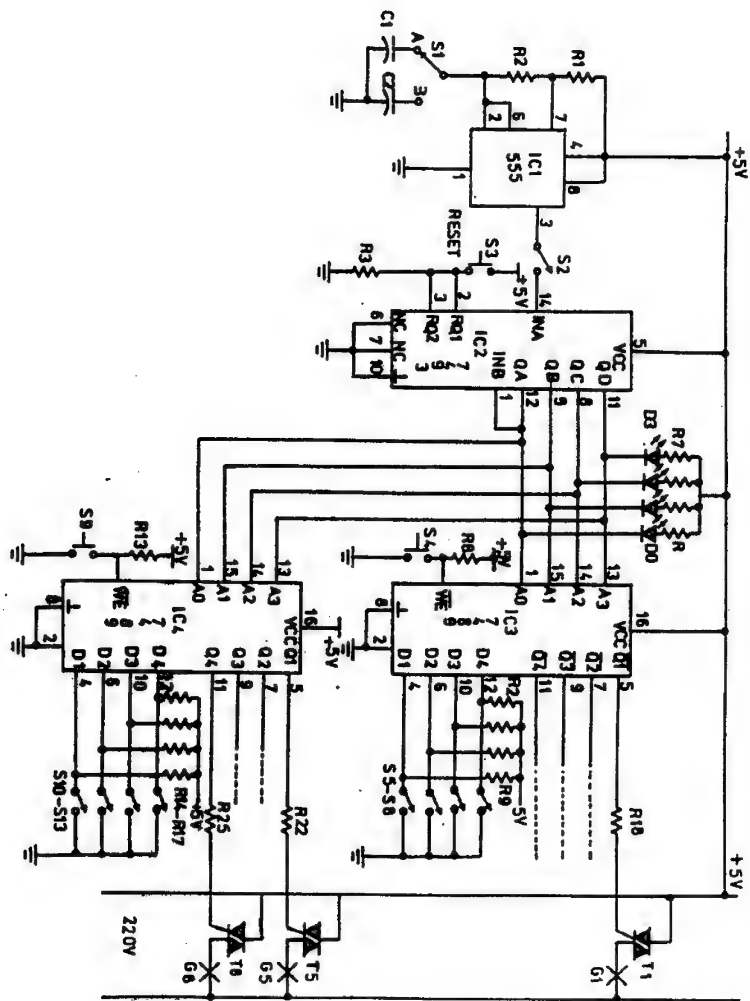
عناصر الدائرة :

R_1 مقاومة كربونية $1M\Omega$.

R_2, R_3 مقاومات كربونية $1K\Omega$.

- $R_4 - R_7, R_{13}, R_{14}$ مقاومات كربونية 620Ω .
 $R_8 - R_{12}, R_{15} - R_{18}$ مقاومات كربونية $10K \Omega$.
 $R_{19} - R_{26}$ مقاومات كربونية 360Ω .
 C_1 مكثف كيميائي سعته $5\mu F$ وجهده $10V$.
 C_2 مكثف كيميائي سعته $1\mu F$ وجهده $10V$.
 $D_0 - D_3$ ثنائيات مشعة قياسية .
 $T_1 - T_8$ ترياكات $6A$ تعمل عند جهد $600V$ طراز TIC 216 M
 IC_1 مؤقت 555 .
 IC_2 دائرة متكاملة لعداد ثنائي طراز 7493 .
 IC_3, IC_4 ذاكرة RAM سعتها 4×16 طراز 7489 .
 S_1 مفتاح قطب واحد سكتين .
 S_3, S_4, S_9 ضواغط بريشة مفتوحة .
 $S_2, S_5 - S_8, S_{10} - S_{13}$ مفتاح قطب واحد سكة واحدة .
 نظرية التشغيل :

- ١ - يتم برمجة ذاكرات RAM بنفس الطريقة المتبعة في الدائرة رقم 1 .
- ٢ - يوضع المفتاح S_1 على وضع B ، فيعمل المؤقت 555 كمذبذب لا مستقر بمعدل نبضة كل ثانية أى بتردد (1HZ) .
- ٣ - نضغط على الضاغط S_3 لتحرير العداد IC_2 والبدء من الصفر فيكون خرج العداد 0000 في الثانية الاولى ، وهذا يمثل عنوان الكلمة المخزنة في الذاكرة RAM ، فتخرج هذه الكلمة على مخارج الذاكرة IC_3 ، وأيضاً على أطراف الذاكرة IC_4 ، وعندما يصبح خرج العداد 0001 تخرج الكلمة الثانية على أطراف IC_4 ، IC_3 ، وهكذا حتى يصبح خرج العداد 1111 فتخرج الكلمة التى لها هذا العنوان على مخارج الذاكرات IC_3, IC_4 ، وتعود مخارج العداد للصفر ، وتكرر دورة التشغيل من جديد .



الشكل (١٠-٢)

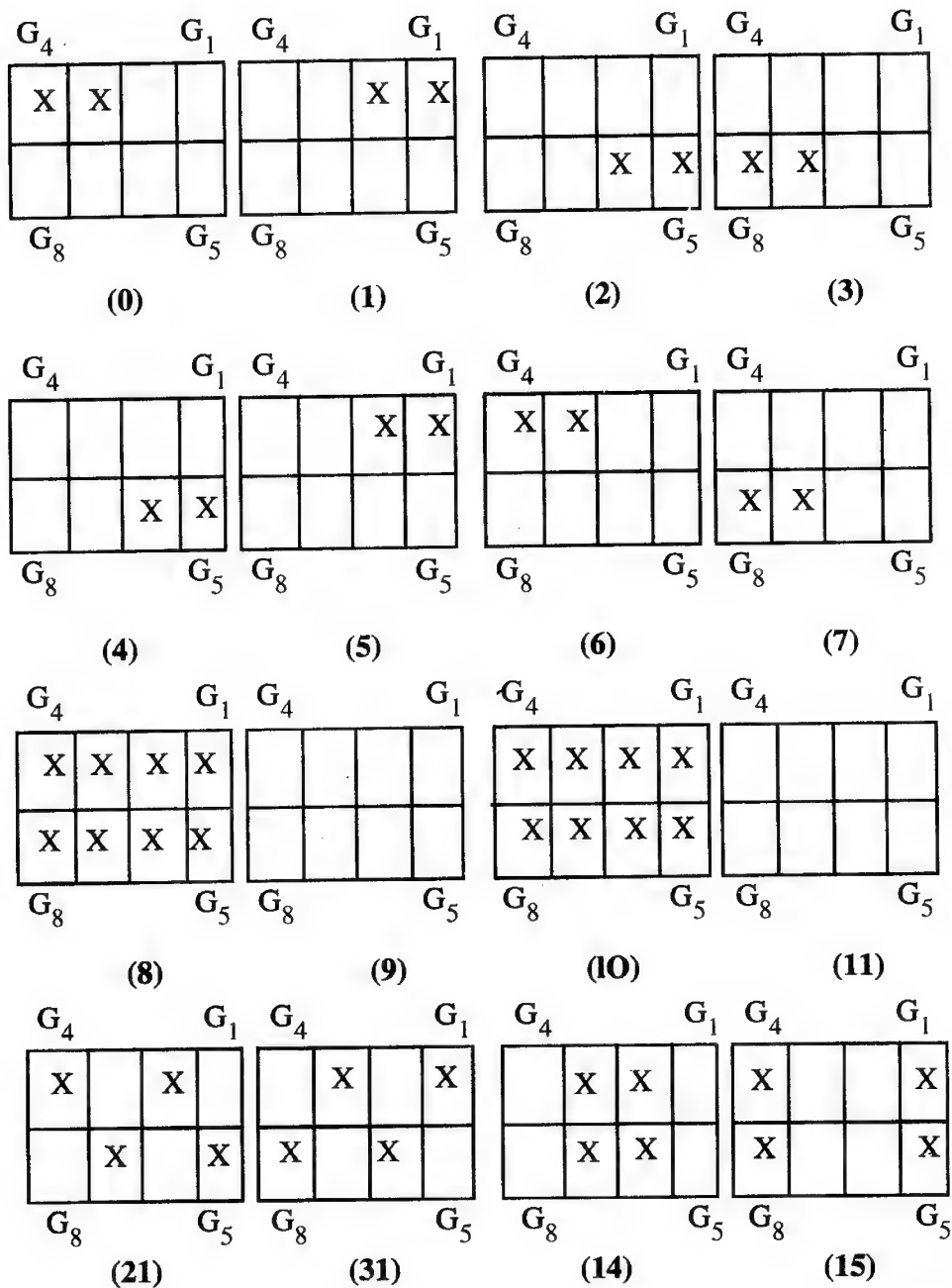
والجدول (٩ - ٢) يبين أحد البرامج المقترح تخزينها في ذاكرات RAM .

الجدول (١٠ - ٢)

العنوان		الكلمة المدخلة لـ	الكلمة الخارجة	الكلمة المدخلة لـ	الكلمة الخارجة من
ثنائي	عشري	IC ₃	من IC ₃	IC ₄	IC ₄
0000	0	1100	0011	0000	1111
0001	1	0011	1100	0000	1111
0010	2	0000	1111	0011	1100
0011	3	0000	1111	1100	0011
0100	4	0000	1111	0011	1100
0101	5	0011	1100	0000	1111
0110	6	1100	0011	0000	1111
0111	7	0000	1111	1100	0011
1000	8	1111	0000	1111	0000
1001	9	0000	1111	0000	1111
1010	10	1111	0000	1111	0000
1011	11	0000	1111	0000	1111
1100	12	1010	0101	0101	1010
1101	13	0101	0101	1010	0101
1110	14	0110	1001	0110	1001
1111	15	1001	0110	1001	0110

والشكل (١٠ - ٣) يبين النماذج الضوئية المتاحة عند استخدام البرنامج المبين بالجدول

(١٠ - ٢) .



حيث إن:

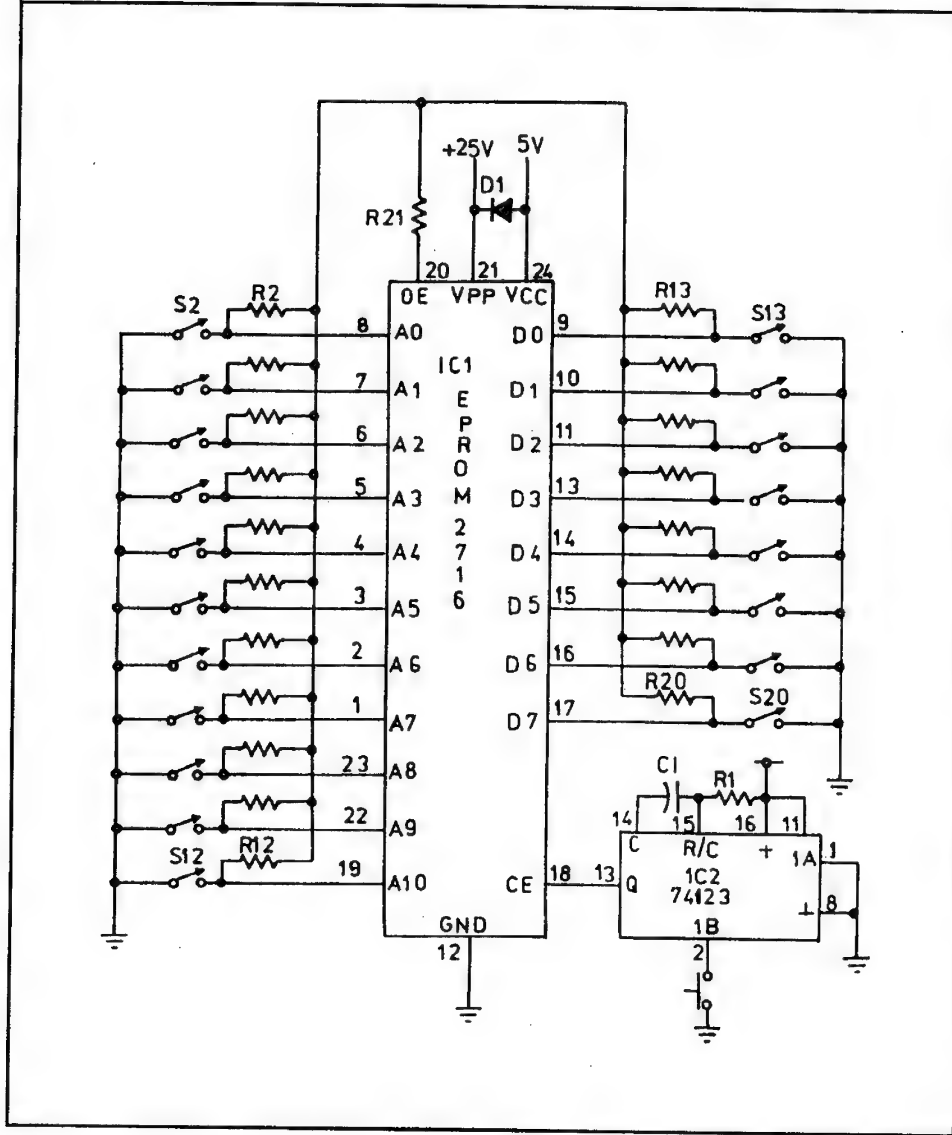
☒ مجموعة لمبات في حالة إضاءة

☐ مجموعة لمبات في حالة إعتام

الشكل (١٠-٣)

الدائرة رقم 3 :

الشكل (١٠ - ٤) يعرض الدائرة المستخدمة لبرمجة ذاكرة EPROM طراز 2716 .



الشكل (١٠ - ٤)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 63.2 K Ω

R₁

مقاومات كربونية $10K \Omega$.	$R_2 - R_{21}$
مكثف كيميائي سعته $2.2 \mu F$ وجهدده $16V$.	C_1
ثنائي طراز 1N 4148 .	D_1
دائرة متكاملة للذاكرة EPROM طراز 2716 .	IC_1
دائرة متكاملة لمذبذب أحادي الاستقرار طراز 74123 .	IC_2
ضاغط بريشة مفتوحة .	S_1
مفاتيح قطب واحد سكة واحدة .	$S_2 - S_{20}$

نظرية التشغيل :

يستخدم فى هذه الدائرة مذبذب أحادي الاستقرار يتألف من الدائرة المتكاملة 74123 ، ويمكن تعيين زمن النبضة الخارجة من هذا المذبذب من العلاقة التالية :

$$t = 0.28 R_1 C_1 \left(1 + \frac{0.7}{R_1}\right)$$

$$= 0.2 \times 63.2 \times 1000 \times 2.2 \times 10^{-6} \left(1 + \frac{0.7}{63.2 \times 1000}\right) = 39 \text{ ms}$$

وبواسطة المفاتيح $S_2 - S_{12}$ يتم اختيار العنوان المطلوب إدخال بيانات عليه ، وبواسطة المفاتيح $S_{13} - S_{20}$ يتم اختيار البيانات المطلوب إدخالها ، وعند الضغط على الضاغط S_1 تنتقل البيانات من المفتاح $S_{13} - S_{20}$ إلى الموضع المقابل للعنوان المحدد بالمفاتيح $S_2 - S_{12}$.

الدائرة رقم 4 :

الشكل (١٠ - ٥) يعرض الدائرة الالكترونية لجهاز مسح الذاكرات EPEOM ، والذي يحتوى على لمبة أشعة فوق بنفسجية ، وكذلك نموذج عملى لهذا الجهاز .

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية $10 k \Omega$.	R_1
مقاومة كربونية $180 k \Omega$.	R_2
مقاومات كربونية $56k \Omega$.	R_3 , R_4 , R_6

مقاومة كربونية $100\text{ k } \Omega$.	R_5
مقاومات كربونية $1\text{ k } \Omega$.	R_7, R_8
مقاومة كربونية $470\text{ } \Omega$.	R_9
مقاومة متغيرة $50\text{ k } \Omega$.	P_1
مكثف كيميائي $470\text{ } \mu\text{f}$ وجهد 16V .	C_1
مكثف سيراميك 100 nf .	C_2
مكثف كيميائي $10\text{ } \mu\text{f}$ وجهد 10V .	C_3
مكثف سيراميك 330 nf .	C_4
مكثف سيراميك $1\text{ } \mu\text{f}$.	C_5
قنطرة توحيد طراز B 40 C 500 .	B_1
ثنائي طراز 1N4001 .	D_1
ثنائيين مشعين قياسيين .	D_2, D_3
ثنائي طراز 1N 4148 .	D_4
ترانزستورات PNP طراز BC 557 .	T_1, T_3
ترانزستور PNP طراز BC160 .	T_2
دائرة متكاملة لمنظم جهد ثلاثي الاطراف طراز 7805 .	IC_1
دائرة متكاملة لعداد ثنائي بمذبذب طراز CD 4060 .	IC_2
ضاغط بريشة مفتوحة .	S_1
مفتاح نهاية مشوار بريشة مفتوحة .	S_2
مفتاح دوار قطب واحد بثلاث سكك .	S_3
محول $220 / 6\text{V}$ وسعته 6VA .	X_1
ريلاي كهربي يعمل عند جهد $5\text{V} +$.	R_E
لمبة أشعة فوق بنفسجية .	UV

نظرية التشغيل :

لمبة الأشعة فوق البنفسجية (uv) Ultraviolet lamp تصدر أشعة فوق عندما تسقط على شبك ذاكرة EPROM والتي توضع على مسافة (2 - 3 Cm) منها لفترة زمنية تتراوح ما بين (10 - 40 min) ، وهذه الفترة الزمنية تعتمد على مواصفات المصنعين ، وبخصوص الدائرة التي نحن بصدددها ، فهي تتحكم في تشغيل لمبة الأشعة فوق البنفسجية الفترة الزمنية المطلوبة ، والتي تساوى 10 min أو 20 min أو 40 min ، وتبنى هذه الدائرة باستخدام دائرة متكاملة لمنظم جهد ثلاثى الأطراف IC₁ للحصول على جهد مستمر منظم 5V + ، وتحتوى أيضاً على الدائرة المتكاملة لعداد ثنائى مزود بمذبذب IC₂ طراز CD 4060 وتردد مذبذب هذه الدائرة المتكاملة يساوى :

$$F = \frac{1}{2.2 C_5 (R_3 + P_1)} = 6.8 \text{ HZ}$$

وبالتالى يصبح زمن النبضة الكاملة مساوياً :

$$T = \frac{1}{F} = 0.15 \text{ sec}$$

وتصبح حالة المخرج Q₁₂ عالية بعد زمن يساوى : (2¹² T) أى 10 min .

وتصبح حالة المخرج Q₁₃ عالية بعد زمن يساوى : (2¹³ T) أى 20 min .

وتصبح حالة المخرج Q₁₄ عالية بعد زمن يساوى : (2¹⁴ T) أى 40 min .

فعند توصيل مصدر الجهد للمحول X₁ تصل نبضة تحرير للعداد IC₂ من المكثف C₅ ، وبالتالى يبدأ العداد العد من الصفر ، وفى البداية تكون حالة جميع مخارج العداد منخفضة ، وبالتالى يصبح كل من T₁ , T₂ فى حالة وصل وعند غلق باب هذا الجهاز ووضع ذاكرات EPROM المطلوب مسحها بداخله ، فإن مفتاح نهاية المشوار S₂ الموجود بالداخل سوف يغلق فيعمل الريلاى RE ، وبالتالى تغلق ريشته ، فتضىء اللمبة UV وفى نفس الوقت يضىء الثنائى المشع D₂ للدلالة على عمل الجهاز .

وبعد انتهاء الزمن المعايير عليه الجهاز والذي يساوى : 10 min فى هذه الحالة تصبح حالة المخرج Q₁₂ عالية ، وبالتالى يتحول T₂ , T₁ لحالة القطع فتتطفئ لمبة الأشعة فوق البنفسجية ،

فى حين يتحول T_3 لحالة الوصل فيضىء الثنائى المشع D_3 للدلالة على انتهاء زمن المسح .
ويمكن تحرير المؤقت بالضغط على S_1 .
والجدير بالذكر أنه يمكن مسح ذاكرة EPROM طراز 2716 بتعريضها المباشر لأشعة الشمس لمدة أسبوع كامل .
تحذير :

احذر فتح هذا الجهاز المستخدم لمسح ذاكرة EPROM لاختباره ، وذلك بالضغط على نهاية المشوار S_2 إلا بعد ارتداء نظارة ضد أشعة الشمس كالمستخدمة فى اللحام الكهربى ؛ لأن الأشعة الفوق بنفسجية خطيرة على العين .



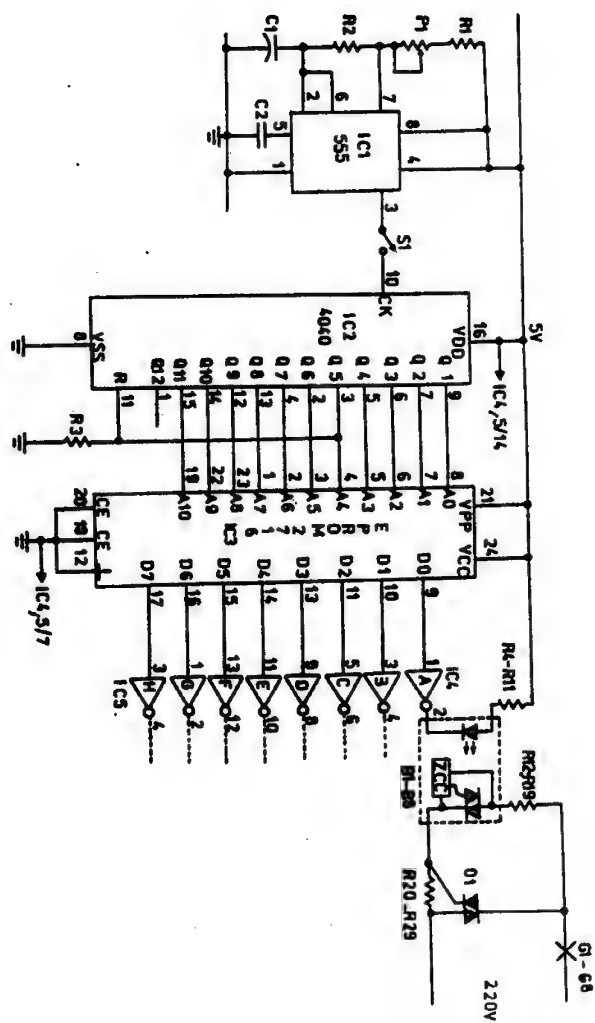
الشكل (١٠-٥)

الدائرة رقم 5 :

الشكل (١٠ - ٦) يعرض دائرة التحكم الرقمية فى لوحة إعلان مبرمجة تحتوى على ثمانية مجاميع ضوئية ، ولها إمكانية لإعطاء 256 شكلاً ضوئياً .

العناصر المستخدمة :

مقاومة كربونية $5k \Omega$.	R_1
مقاومات كربونية $1k \Omega$.	R_2, R_3
مقاومات كربونية 680Ω .	R_4, R_{11}
مقاومات كربونية 56Ω .	$R_{12} - R_{19}$
مقاومات كربونية 330Ω .	$R_{20} - R_{28}$
مقاومة متغيرة $100 k \Omega$.	P_1
مكثف كيميائى سعته $10 \mu f$ وجهده 10V .	C_1
مكثف قرصى (Disc) سعته $0.01 \mu f$.	C_2
ترياكات طراز BT 139 .	$Q_1 - Q_8$
مؤقت 555 .	IC_1
دائرة متكاملة لعداد ثنائى طراز 4040 .	IC_2
دائرة متكاملة لذاكرة EPROM سعتها 2 k B طراز 2716 .	IC_3
دوائر متكاملة تحتوى على ستة عواكس طراز 7404 .	IC_4, IC_5
ثمانى وحدات ربط ضوئية MOC 3020 .	$B_1 - B_8$



الشكل (١٠-٧)

نظرية التشغيل :

عند وصول التيار الكهربى لهذه الدائرة يعمل المذبذب اللامستقر المؤلف من الوقت 555 بتردد يتراوح ما بين (0.4 : 3Hz) ، وعند غلق المفتاح S_1 تصل هذه النبضات لمدخل نبضات العداد 4040 ، فيعمل العداد وعند وصول النبضة الأولى ، وأثناء الحافة الهابطة تصبح حالة Q_1 عالية ، وهذا يكافئ 1 عشرياً ، وبالتالي تخرج على مخارج الذاكرة EPROM الكلمة التى عنوانها 00000001 ، وهكذا .

والجدير بالذكر أنه استخدم لكل مخرج من مخارج EPROM ريلاي إستاتيكي لتشغيل لمبات قدرة عند جهد 220 V .

وتصل عدد الاشكال الضوئية المتاحة من هذه الدائرة 256 ، وبالطبع ليس من الضروري استخدام جميع محتويات الذاكرة بل يمكن استخدام بعضها فقط .

فمثلاً : يمكن استخدام 32 صففاً فقط من صفوف الذاكرة 2716 ، والتى تساوى 256 صففاً ويتم ذلك بتوصيل مدخل Reset للعداد مع المخرج Q_5 .

فعندما يصبح خرج العداد يكافئ 16 عشرياً ، تكون حالة المخرج Q_5 عالية ، وتظل حالة هذا المخرج عالية إلى أن يصبح خرج العداد مساوياً 32 عشرياً فى هذه الحالة تصبح حالة هذا المخرج منخفضة ، وعند الحافة الهابطة يحدث تحرر للعداد ، ليبدأ العد من الصفر من جديد .
والجدول (١٠ - ٣) يبين أحد النماذج المقترحة للكلمات التى يتم تخزينها فى 32 موضعاً بالذاكرة EPROM طراز 2716 .

الجدول (١٠ - ٣)

العنوان الثنائي	العنوان العشري	الكلمة المقابلة في الذاكرة	العنوان الثنائي	العنوان العشري	الكلمة المقابلة في الذاكرة
0000	0	10000000	10000	16	00000000
0001	1	01000000	10001	17	11111111
0010	2	00100000	10010	18	00000000
0011	3	00010000	10011	19	11111111
0100	4	00001000	10100	20	00000000
0101	5	00000100	10101	21	00111100
0110	6	00000010	10110	22	11000011
0111	7	00000001	10111	23	00111100
1000	8	00000010	11000	24	11000011
1001	9	00000100	11001	25	00111100
1010	10	00001000	11010	26	01010101
1011	11	00010000	11011	27	10101010
1100	12	00100000	11100	28	01010101
1101	13	01000000	11101	29	00000000
1110	14	1000000	11110	30	11111111
1111	15	11111111	11111	31	00000000

والشكل (١٠ - ٧) يعرض النماذج الضوئية المتاحة من الدائرة المبينة بالشكل (١٠ - ٦) عند استخدام البرنامج المبين بالجدول (١٠ - ٣) .

رقم الساحة	G ₈	G ₇	G ₆	G ₅	G ₄	G ₃	G ₂	G ₁	رقم الساحة	G ₈	G ₇	G ₆	G ₅	G ₄	G ₃	G ₂	G ₁
0	x								16								
1		x							17	x	x	x	x	x	x	x	x
2			x						81								
3				x					19	x	x	x	x	x	x	x	x
4					x				20								
5						x			21			x	x	x	x		
6							x		22	x	x					x	x
7								x	23			x	x	x	x		
8							x		24	x	x					x	x
9						x			25			x	x	x	x		
10					x				26		x		x		x		x
11				x					27	x		x		x		x	
12			x						28		x		x		x		x
13		x							29								
14	x								30	x	x	x	x	x	x	x	x
15	x	x	x	x	x	x	x	x	31								

حيث إن: ☒ المجموعة مضبوطة ☐ المجموعة معتمدة

الشكل (١٠ - ٧)

الدائرة رقم 6 :

الشكل (١٠ - ٨) يعرض الدائرة الرقمية للوحة إعلانات مبرمجة تعطى صوراً متحركة ،
والجدير بالذكر أنه يوجد تشابه لحد كبير بين هذه الدائرة والدائرة السابقة ، عدا أنه استخدم
مسجلات إزاحة طراز 7416 ، حيث يوصل كل مخرج من مخارج الذاكرة 2716 مع مسجل
إزاحة طراز 7416 ، وبذلك يمكن توصيل مصفوفة من اللمبات أبعادها (8 x 8) مما يتيح
إمكانية الحصول على صور متحركة .

والجدير بالذكر أنه يمكن استبدال الثنائيات المشعة المستخدمة في هذه الدائرة بلمبات
قدرة مع استخدام ريلهاث إستانتيكية كما هو متبع في الدائرة السابقة .

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية $5k \Omega$.	R_1
مقاومات كربونية $1k \Omega$.	R_2, R_3
مقاومات كربونية 270Ω .	$R_4 - R_{67}$
مقاومة متغيرة $100 k \Omega$.	P_1
مكثف كيميائي سعته $10\mu f$ وجهده $10V$.	C_1
مكثف قرصى (Disc) سعته $0.01\mu f$.	C_2
مؤقت 555 .	IC_1
دائرة متكاملة لعداد ثنائي طراز CD 4040 .	IC_2
دائرة متكاملة لذاكرة EPROM سعتها $2 k B$ طراز 2716 .	IC_3
دوائر متكاملة لمسجلات إزاحة طراز 74164 .	$IC_4 - IC_{11}$
ثنائيات مشعة حمراء قياسية .	$D_0 - D_{63}$

والجدير بالذكر ، أنه يمكن مضاعفة عدد مسجلات الإزاحة بتوصيل مسجلين معاً تتابعياً
مع كل مخرج من مخارج الذاكرة ، وبذلك نحصل على مصفوفة (8 x 16) أى ثمانية صفوف
وستة عشر عموداً .



أما عند استخدام ذاكرتى EPROM طراز 2716 وعدد 32 مسجل إزاحة فى هذه الحالة يمكن الحصول على مصفوفة ضوئية أبعادها (16 x 16) أى ستة عشر صفاً وستة عشر عموداً. والجدول (١٠ - ٤) يبين أحد النماذج المقترحة للكلمات التى يتم تخزينها فى 32 موضعاً بالذاكرة EPROM طراز 2716 للحصول على أربع صور متحركة .

الجدول (١٠ - ٤)

العنوان		كلمات الخارج		العنوان		كلمات الخارج	
ثنائي	عشري	ثنائي	سداس عشر	ثنائي	عشري	ثنائي	سداس عشر
0000	0	11111111	FF	10000	16	11000111	C7
0001	1	10000001	81	10001	17	11011011	DB
0010	2	10011001	99	10010	18	10111101	BD
0011	3	10100101	A5	10011	19	01111110	7D
0100	4	10100101	A5	10100	20	01111110	7D
0101	5	10011001	99	10101	21	10111101	BD
0110	6	10000001	81	10110	22	11011011	DB
0111	7	11111111	FF	10111	23	11100111	D7
1000	8	01111110	7E	11000	24	00000000	00
1001	9	10111101	AD	11001	25	01110000	7D
1010	10	11011011	DA	11010	26	01000010	42
1011	11	11100111	E7	11011	27	01011010	5A
1100	12	11100111	E7	11100	28	01011010	5A
1101	13	11011011	DB	11101	29	01000010	42
1110	14	10111101	BD	11110	30	01111110	7D
1111	15	01111110	7E	11111	31	00000000	00

والجدير بالذكر أن الصورة المتحركة الأولى تكتمل عندما يصبح خرج العداد الثنائى يكافئ 7 عشري ، فى حين تكتمل الصورة الثانية عندما يصبح خرج العداد الثنائى يكافئ 15 عشرياً وتكتمل الصورة الثالثة عندما يصبح خرج العداد الثنائى يكافئ 23 عشرياً، وتكتمل الصورة الرابعة عندما يصبح خرج العداد الثنائى يكافئ 31 عشرياً، والشكل (١٠ - ٩) يعرض الصور الضوئية التى تظهر .

IC ₄	IC ₅	IC ₆	IC ₇	IC ₈	IC ₉	IC ₁₀	IC ₁₁
	x	x	x	x	x	x	
	x					x	
	x					x	
	x					x	
	x					x	
	x	x	x	x	x	x	

(الصورة الأولى)

IC ₄	IC ₅	IC ₆	IC ₇	IC ₈	IC ₉	IC ₁₀	IC ₁₁
x							x
	x					x	
		x			x		
			x	x			
			x	x			
		x			x		
	x					x	
x							x

(الصورة الثانية)

IC ₄	IC ₅	IC ₆	IC ₇	IC ₈	IC ₉	IC ₁₀	IC ₁₁
			x	x			
		x			x		
	x					x	
x							x
x							x
	x					x	
		x			x		
			x	x			

(الصورة الثالثة)

IC ₄	IC ₅	IC ₆	IC ₇	IC ₈	IC ₉	IC ₁₀	IC ₁₁
x	x	x	x	x	x	x	x
x							x
x							x
x							x
x							x
x							x
x							x
x	x	x	x	x	x	x	x

(الصورة الرابعة)

الثاني المشع معتم ☐

الثاني المشع مضى ☒

الشكل (١٠ - ٩)

الدائرة رقم 7 :

الشكل (١٠ - ١٠) يعرض دائرة برمجة الذاكرة PROM طراز 74188 ، والتي سعتها 256 Bit وتكون على النظم التالي : (8 x 32)، علماً بأن هذه الدائرة تحتاج لمصدر القدرة المبين بالشكل (٣ - ١٣) .

عناصر الدائرة :

- $R_1 - R_{13}$ مقاومات كربونية $3.9 k \Omega$.
- R_{14} مقاومة كربونية 22Ω .
- C_1, C_1 مكثف كيميائي $470 \mu f$ وجهده 16V .
- D_1, D_2 ثنائيات سليكونية طراز 1N4002 .
- ZD_1 ثنائي زينر جهده 6.8 .
- IC_1 دائرة متكاملة لذاكرة PROM طراز 74S188 .
- $S_1 - S_{13}$ مفاتيح قطب واحد سكة واحدة .
- PB_1 ضاغط بريشتين إحداهما مفتوحة NO والاخرى مغلقة NC .
- PB_2 ضاغط بريشة مفتوحة NO .
- Q_1 ترانزستور NPN طراز BD 241 .

نظرية التشغيل :

فى البداية يتم الضغط على الضاغط PB_2 للحظة ، لشحن المكثف C_1 ، وبعد ذلك يتم ضبط عنوان الكلمة المطلوب إدخالها بواسطة المفاتيح $S_9 : S_{13}$.
فعند غلق المفتاح تصبح حالة إشارة الدخل عالية ، والعكس بالعكس ، فمثلاً :
عند إدخال كلمة عنوانها 5 فإنه يتم غلق المفاتيح S_{11}, S_9 والجدول (١٠ - ٥) يبين المكافئ العشري لمفاتيح العنوان .

الجدول (١٠ - ٥)

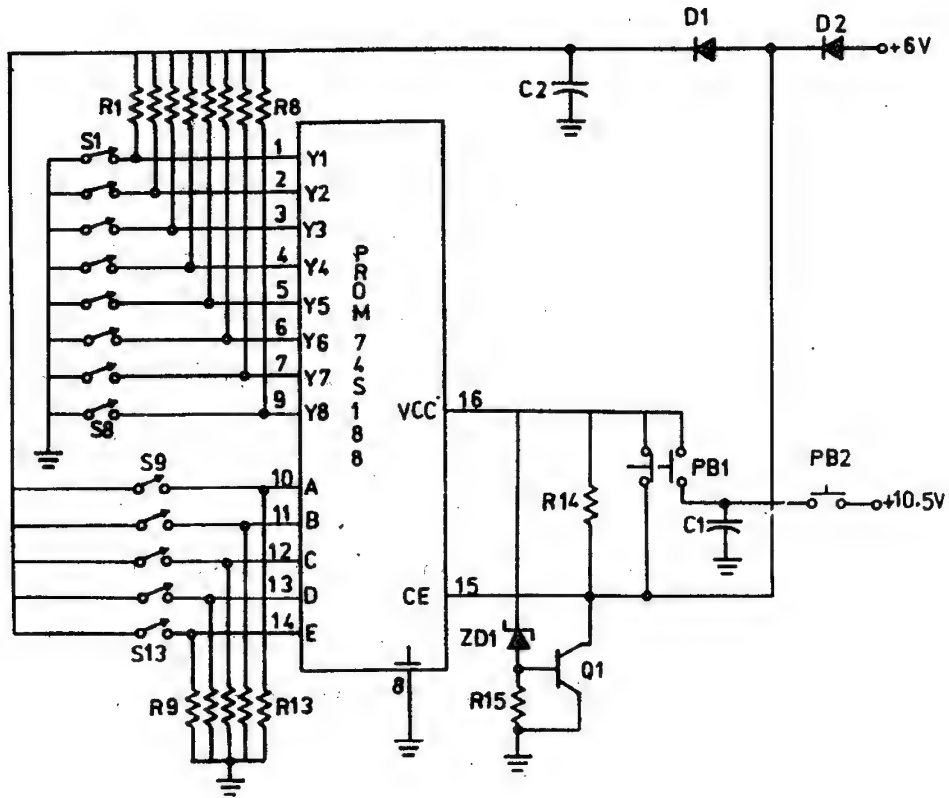
المفتاح	S_9	S_{10}	S_{11}	S_{12}	S_{13}
المكافئ العشري	1	2	4	8	16

وتتميز الذاكرة 74188 بأن الحالة المبدئية لجميع خلاياها منخفضة، فعند إدخال الكلمة $MSB_{(10101001)}^{LSB}$ فإنه يجب غلق المفاتيح S_2 و S_3 و S_5 و S_7 وبعد التأكد من صحة العنوان وصحة البيانات يتم الضغط على الضاغط PB_1 لحظياً، فيصبح الجهد عند الرجل V_{cc} للدائرة المتكاملة IC_1 مساوياً جهد المكثف C_1 ، والذي يساوى تقريباً 10.5V فى هذه الحالة فإن ثنائى الزينر ZD_1 سوف يتحول لحالة الوصل، ويصبح جهد قاعدة الترانزستور Q_1 مساوياً تقريباً (6.8V - 10.5V) أى : 3.7 V، فيتحول الترانزستور Q_1 لحالة الوصل ويقوم بتوصيل مدخل التمكين CE للمتكاملة بالارضى، وفى نفس الوقت يفرغ المكثف C_1 شحنته فى المقاومة R_{14} ، وبعد زمن يساوى ثابت الزمن لدائرة RC، والستى تساوى $C_1 = R_{14}$ 10 ms فإن المكثف يكون قد فرغ شحنته، وتكون عملية البرمجة قد انتهت لهذه الكلمة.

والجدير بالذكر أن C_2 له نفس سعة C_1 ، ويقوم بالمحافظة على جهد مداخل البيانات، ومدخل التمكين أثناء انقطاع التيار القادم من المصدر الكهربى عنهم، كما يقوم الثنائى السليكونى D_1 بمنع تفريغ شحنة المكثف C_1 عبر الترانزستور Q_1 أثناء تحوله لحالة الوصل. وفى الوضع الطبيعى يقوم D_2 بتخفيض جهد المصدر إلى 5.25V فى حين يقوم D_1 بتخفيض جهد المداخل إلى 4.5V تقريباً؛ لأن جهد الدخل يجب ألا يتعدى 5V+، وحيث إن عملية البرمجة تتم فى 10 ms أى أنه بعد إزالة الضغط عن الضاغط PB_1 تكون عملية البرمجة قد انتهت، ويمكن تكرار عملية البرمجة 32 مرة لبرمجة جميع محتويات الذاكرة PROM طراز 74S188.

ونحب أن نلفت نظر القارئ إلى أن عملية البرمجة تختلف من ذاكرة PROM لأخرى تبعاً لنوعية الخارج، فبالنسبة لذاكرة PROM طراز 74S188 فإنها ذات مجمعات مفتوحة - Open Collector، وهناك أنواع أخرى من الذاكرات لها مخارج ثلاثية الحالة Tristate وبالطبع لها طريقة أخرى فى البرمجة، وعلى كل حال يمكن معرفة طريقة البرمجة من تعليمات الشركات المصنعة.

والجدير بالذكر أن ذاكرات PROM يقل استخدامها ؛ نظراً لأنها غير قابلة للمسح ، فلا يمكن تغيير محتوياتها بعد برمجتها ، لذلك فإن ذاكرات EPROM تتفوق عليها في هذا الجانب .



الشكل (١٠ - ١٠)

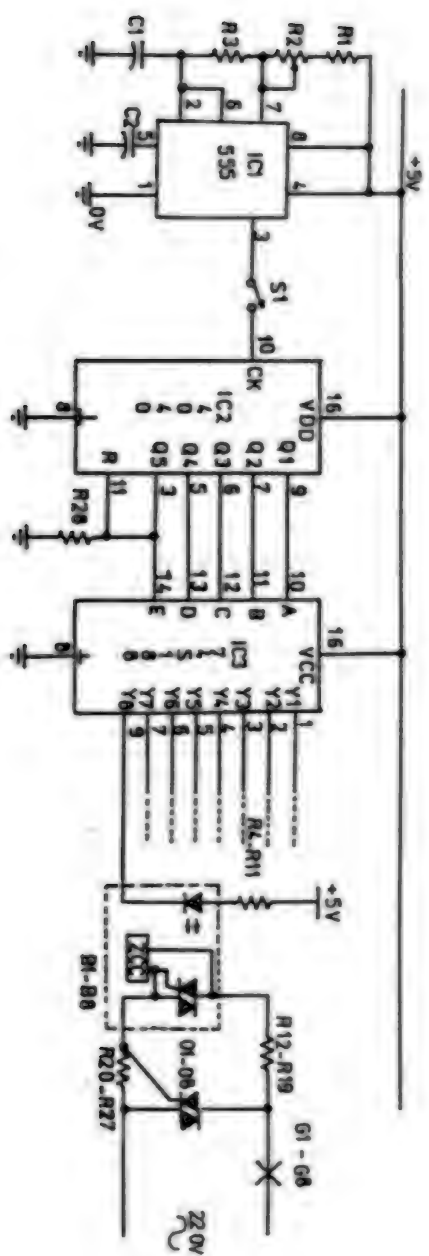
الدائرة رقم 8 :

الشكل (١٠ - ١١) يمرض دائرة لوحة إعلانات مبرمجة بشمانية مخارج تحتوى على ذاكرة

PROM سعتها : (32 x 8) Bit 256 طراز 74SL188 .

عناصر الدائرة :

R_1, R_3	مقاومات كربونية $5\text{ k}\Omega$.
R_2	مقاومة متغيرة $100\text{ k}\Omega$.
$R_4 - R_{11}$	مقاومات كربونية 680Ω .
$R_{12} - R_{19}$	مقاومات كربونية 56Ω .
$R_{20} - R_{27}$	مقاومات كربونية 330Ω .
R_{28}	مقاومة كربونية $1\text{ k}\Omega$.
C_1	مكثف كيميائي $10\mu\text{f}$ وجهده (10V) .
C_2	مكثف سيراميك سعته $0.01\mu\text{f}$.
IC_1	موقت 555 .
IC_2	دائرة متكاملة لعداد ثنائي طراز 4040 .
IC_3	دائرة متكاملة للذاكرة PROM طراز 74S188 .
$B_1 - B_8$	وحدات إرتباط ضوئية طراز MOC 3020 .
$Q_1 - Q_8$	ترياكات طراز BT 139 تتحمل تيار 8A .
S_1	مفتاح قطب واحد سكة واحدة .



الشكل (١٠-١١)

نظرية التشغيل :

عند وصول التيار الكهربى لهذه الدائرة يعمل المذبذب اللامستقر، المؤلف من المؤقت 555 بتردد يتراوح ما بين (0.4 : 3HZ) تبعاً لقيمة R_2 فى الدائرة ، وعند غلق المفتاح S_1 تصل هذه النبضات لمدخل العداد 4040 ، فيعمل العداد وعند وصول النبضة الاولى لمدخل نبضات العداد (ck) ، وأثناء الحافة الهابطة يصبح خرج Q_1 عالياً ، وهذا يكافئ 0 عشرينياً ، وبالتالي تخرج على أطراف الذاكرة PROM الكلمة التى عنوانها 00000 .

وعند وصول النبضة الثانية لمدخل نبضات العداد IC_2 وأثناء الحافة الهابطة فإن حالة المخرج Q_2 تصبح عالية ، وهذا يكافئ 1 عشرينياً وبالتالي تخرج على ذاكرة PROM الكلمة التى عنوانها 00001 ، وهكذا .

والجدير بالذكر أنه يستخدم لكل مخرج من مخارج الذاكرة IC_3 ريلاي إستاتيكي ؛ لتشغيل لمبات قدرة بقدرة 1750 W وتعمل عند جهد 220V .

ويلاحظ أن مدخل التحرير للعداد IC_2 وصل مع المخرج Q_5 للعداد نفسه حتى تتكرر دورة العد عند وصول خرج العداد 31 .

ويمكن الحصول على نماذج ضوئية مختلفة – تماماً – كما هو الحال فى الدائرة رقم 5.

الباب الحادى عشر

دوائر متنوعة

دوائر متنوعة

١ / ١١ - دوائر متنوعة :

سنتناول فى هذا الباب مجموعة من الدوائر المتنوعة ، والتي يمكن تقسيمها إلى :

١ - دوائر أجهزة الاستشعار مثل : دوائر استشعار مستوى السوائل ، ودوائر استشعار الضوء .

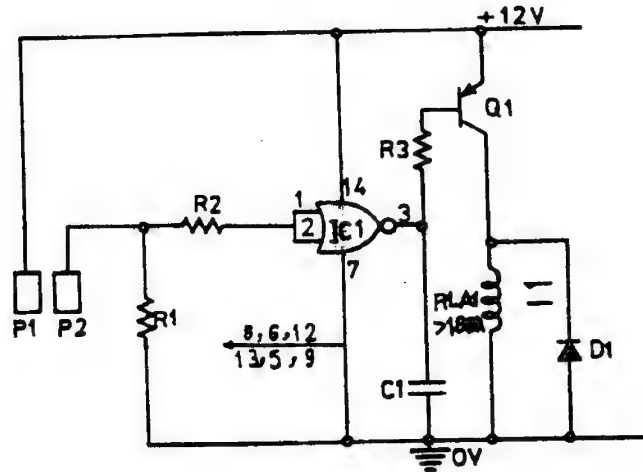
٢ - دوائر اكتشاف انعكاس الأوجه ، والتي تستخدم فى المصانع لفصل المصدر الكهربى عند انعكاس الأوجه ، والذي قد يؤدي لانعكاس اتجاه دوران المحركات الاستنتاجية .

٣ - دوائر اشارات المرور ، حيث سنكتفى بتناول الدائرة العملية لإشارة مرور المشاة المترجلين فى الطرق السريعة .

١ / ١ / ١١ - الدوائر العملية لأجهزة الاستشعار :

الدائرة رقم 1 :

الشكل (١١ - ١) يعرض الدائرة العملية لجهاز استشعار مستوى السوائل .



الشكل (١١ - ١)

عناصر الدائرة :

- R_1 مقاومة كربونية $1M\Omega$.
- R_2 مقاومة كربونية $10k\Omega$.
- R_3 مقاومة كربونية $10k\Omega$.
- C_1 مكثف سيراميك سعته 100 nF .
- D_1 ثنائي سليكوني طراز 1N 4001 .
- Q_1 ترانزستور PNP طراز 2 N 3906 .
- IC_1 دائرة متكاملة تحتوي على أربع بوابات NOR طراز 4001 B .
- RLA_1 ريلاي يعمل عند جهد $12V$ ، ومقاومته أكبر من 180Ω .

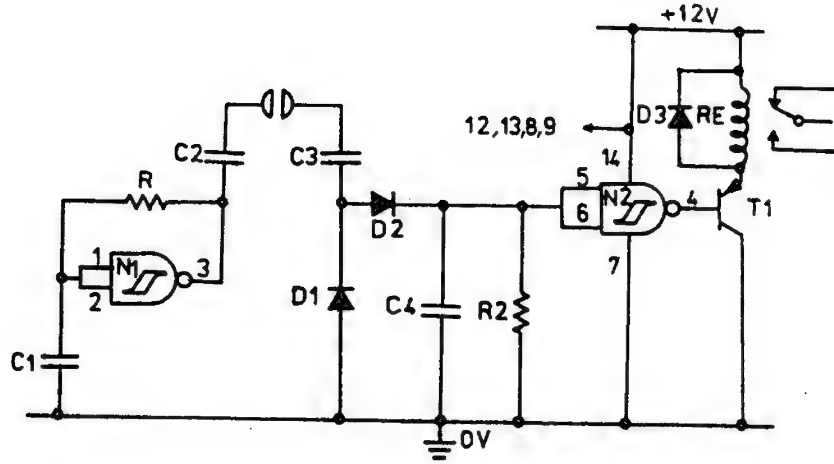
نظرية التشغيل :

عند وصول السائل لمستوى المجسات Probes يصبح دخل بوابة NOR المستخدمة والموصلة لكي تعمل كعاكس عالٍ ، وبالتالي يصبح خرجها منخفضاً ، فيعمل Q_1 ، وبالتالي يعمل الريلاي RLA_1 والذي يعمل على غلق ريشته المفتوحة .

أما عند انخفاض مستوى السائل عند مستوى المجسات Probes فإن دخل العاكس المؤلف من بوابة NOR المستخدمة يصبح منخفضاً ، وبالتالي يصبح خرج العاكس عالياً ، فيتحول Q_1 لحالة القطع وينقطع التيار الكهربى عن ملف RLA_1 ، وتعود ريشة الريلاي لحالتها الطبيعية ، ويعاب على هذه الدائرة حدوث تحليل كهروكيميائي للأقطاب probes نتيجة للتيار المستمر المار فى السائل ، الأمر الذى يؤدي لصداً الأقطاب وقلّة حساسيتها ، مما يستدعى الأمر لاستبدال الأقطاب بصفة دورية .

الدائرة رقم 2 :

الشكل (١١ - ٢) يعرض دائرة عملية أخرى لجهاز استشعار مستوى السوائل ، مزود بنظام لمنع التحليل الكيميائي لأقطابه .



الشكل (١١ - ٢)

عناصر الدائرة

مقاومة كربونية $470K \Omega$	R_1
مقاومة كربونية تتراوح ما بين $10:22 M \Omega$	R_2
مكثفات سيراميك سعتها 2.2 nf	$C_1 - C_4$
ثنائيات سليكونية طراز 1N4148	$D_1 - D_4$
ترانزستور PNP طراز BC157 أو متكافئه	T_1
دائرة متكاملة تحتوي على بوابات Schmitt NAND طراز 40493	TC_1
ريلاي يعمل عند جهد 12V أو مقاومته اكبر من 180Ω	RE

نظرية التشغيل :

عند وصول التيار الكهربى للدائرة يعمل المذبذب اللامستقر المؤلف من البوابه N_1

والمقاومة R_1 والمك؛ ثف C_1 بتردد يساوى

$$F = \frac{0.9}{R_1 C_1} = 1.9 \text{ MHZ}$$

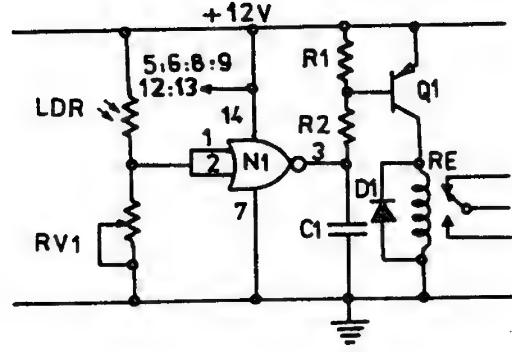
فعند وصول مستوى السائل لمستوى المجسمات Prbes يشحن المكثف C_4 خلال المكثفات C_2 C_3 والثنائى D_2 وبعد وصول جهد المكثف C_4 لجهد الحالة المنطقية العالية يصبح خرج البوابه N_2 منخفضا فيعمل T_1 وتباعا يعمل الريلاى RE والذي يمكن استخدامه فى فصل ووصل مضخة ملئ الخزان ، وعند انخفاض مستوى السائل على مستوى السائل أقطاب الجهاز فإن المكثف C_4 يفرغ شحنته فى المقاومة R_2 وبالتالي يصبح خرج البوابه N_2 عالياً ويتحول T_1 لحالة القطع وينقطع التيار الكهربى عن الريلاى RE وتعود ريش الريلاى لحالتها الطبيعية ، وتتميز هذه الدائرة بامرار تيار متغير (نبضات الساعة) فى السائل بدلا من التيار المستمر مما يمنع حدوث تحليل كهروكيميائى للأقطاب Probes فيزداد عمر الأقطاب .

الدائرة رقم 3 :

بالشكل (١١ - ٣) دائرة جهاز استشعار ضوء (خلية ضوئية) .

عناصر الدائرة :

R_1	مقاومة ضوئية $22\text{ k } \Omega$.
R_2	مقاومة ضوئية $10\text{ k } \Omega$.
RV_1	مقاومة متغيرة (انظر الشرح) .
LDR	مقاومة ضوئية تتراوح ما بين $(2\text{ k } \Omega : 2\text{ M}\Omega)$.
C_1	مكثف سيراميك سعته 100 nF .
Q_1	ترانزستور PNP طراز 3906 2 N .
D_1	ثنائى سليكونى طراز 1N 4001 .
IC_1	دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات NOR طراز 4001 B .
RLA	ريلاى يعمل عند جهد 12V ومقاومته أكبر من $180\text{ } \Omega$.



الشكل (١١ - ٣)

نظرية التشغيل :

يوصل مدخل العاكس المشكل من البوابة N_1 بمجزئ جهد يتكون من المقاومة الضوئية LDR والمقاومة المتغيرة RV_1 .

فعندما يكون مستوى الضوء أعلى من مستوى عمل الجهاز ، فإن مقاومة LDR تكون حوالى $2k\Omega$ ، وبالتالي يكون دخل العاكس عالياً مما يؤدي إلى تحول خرج البوابة N_1 لمنخفض ، وتباعاً يتحول الترانزستور Q_1 لحالة الوصل ، وتنعكس ريش الريلاى RE ، وعندما يكون مستوى الضوء أقل من المستوى اللازم لعمل الريلاى RE فإن مقاومة LDR تكون حوالى $2M\Omega$ ، وبالتالي يكون دخل N_1 منخفضاً ، وتباعاً يكون خرج البوابة N_1 عالياً ، فيتحول الترانزستور Q_1 لحالة القطع ، وينقطع التيار الكهربى عن الريلاى RE ، وتعود ريشة الريلاى للقلاب لوضعها الطبيعي .

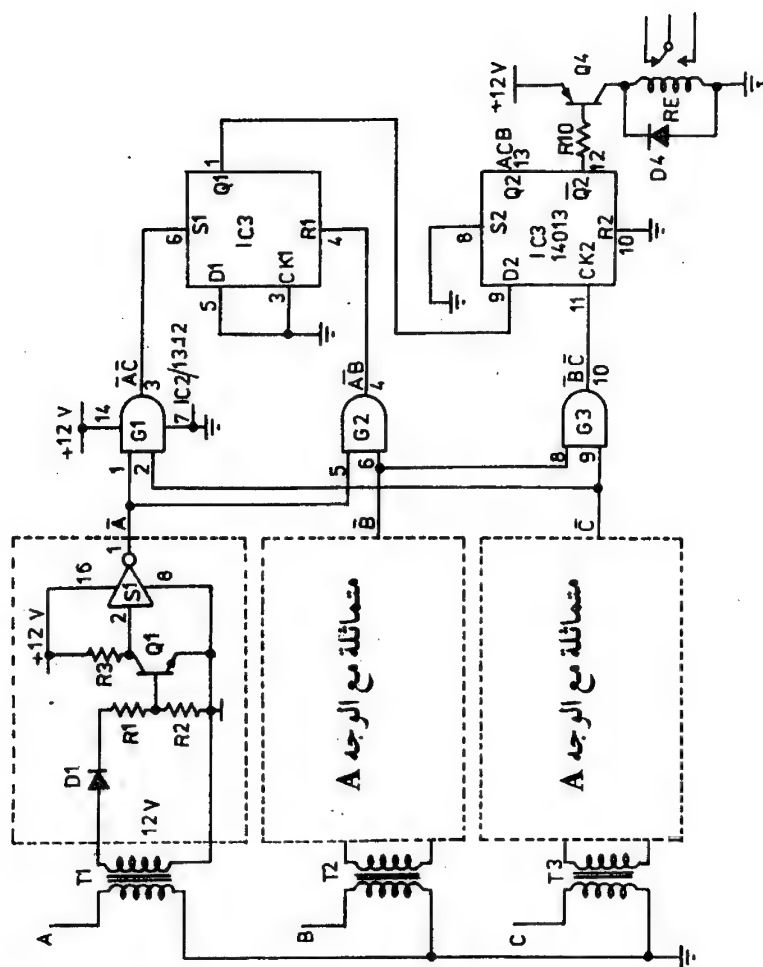
والجدير بالذكر أن المقاومة المتغيرة RV_1 تختار بحيث تحدث اتزان مع المقاومة الضوئية

LDR أما المكثف C_1 فيعمل على تحقيق اتزان للبوابة N_1 .

٢ / ١ / ١١ - اكتشاف انعكاس الأوجه :

الشكل (١١ - ٤) يبين دائرة التحكم الرقمية المستخدمة فى انعكاس تتابع الواجهة الثلاثة

لمصدر كهربى ثلاثى الواجهة .



الشكل (١١-٤)

عناصر الدائرة :

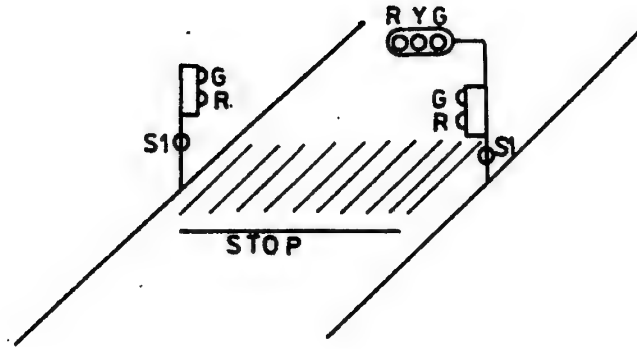
مقاومات كربونية $100\text{ k}\Omega$.	$R_1 - R_9$
مقاومة كربونية $15\text{ k}\Omega$.	R_{10}
ثنائيات سليكونية طراز 1N 4001 .	$D_1 - D_3$
ترانزستورات NPN طراز MPS 5172 .	$Q_1 - Q_3$
ترانزستور PNP طراز 2 N 4121 .	Q_4
دائرة متكاملة طراز MC 14572 تحتوى على ستة عواكس .	IC_1
دائرة متكاملة طراز MC 14572 تحتوى على أربع بوابات AND .	IC_2
دائرة متكاملة طراز MC 14013 تحتوى على قلابى D .	IC_3
ثلاثة محولات خفض 380/12V وسعتها 12VA .	$T_1 - T_3$

نظرية التشغيل :

من المعروف أن انعكاس تتابع الأوجه يؤدي لانعكاس اتجاه دوران المحركات الاستنتاجية الثلاثية الأوجه ، كما أن هناك الكثير من الاحمال التى قد تتلف عند انعكاس اتجاهها ، مثل : أجهزة التبريد والتكييف الأمر الذى يستلزم تجنب انعكاس تتابع الأوجه ، وفى الدائرة التى بصدها يستخدم ثلاثة محولات $T_1 - T_3$ لخفض جهد الأوجه الثلاثة من 220V / 12V ، ويتم توحيد نصف موجى لخرج هذه المحولات بواسطة الثنائيات $D_1 - D_3$ ، وتحويل الموجات الموحدة إلى موجات مربعة باستخدام الترانزستورات $Q_1 - Q_3$ ، ثم عكس خرج الترانزستورات $Q_1 - Q_3$ باستخدام ثلاث عواكس $S_1 - S_3$ ، وتجميع خرج العواكس $\bar{A}, \bar{B}, \bar{C}$ للحصول على $\bar{AC}, \bar{AB}, \bar{BC}$ ، بواسطة ثلاث بوابات AND ($G_1 - G_3$) وباستخدام قلابى D يمكن الحصول على إشارة عالية عند التتابع ABC (المخرج Q_2) ، وإشارة عالية عند التتابع ACB (المخرج \bar{Q}_2) ، والمستخدم فى التحكم فى الترانزستور Q_4 . فعندما تكون حالة الإشارة ABC منخفضة يعنى هذا أن تتابع الأوجه معكوسة ، فيعمل الترانزستور Q_4 على توصيل التيار الكهربى للريلاي RE ، والذى يقوم بدوره بفصل التيار الكهربى عن كونتاكتورات الاحمال لفصلها .

٣ / ١ / ١١ - إشارة مرور الطرق السريعة :

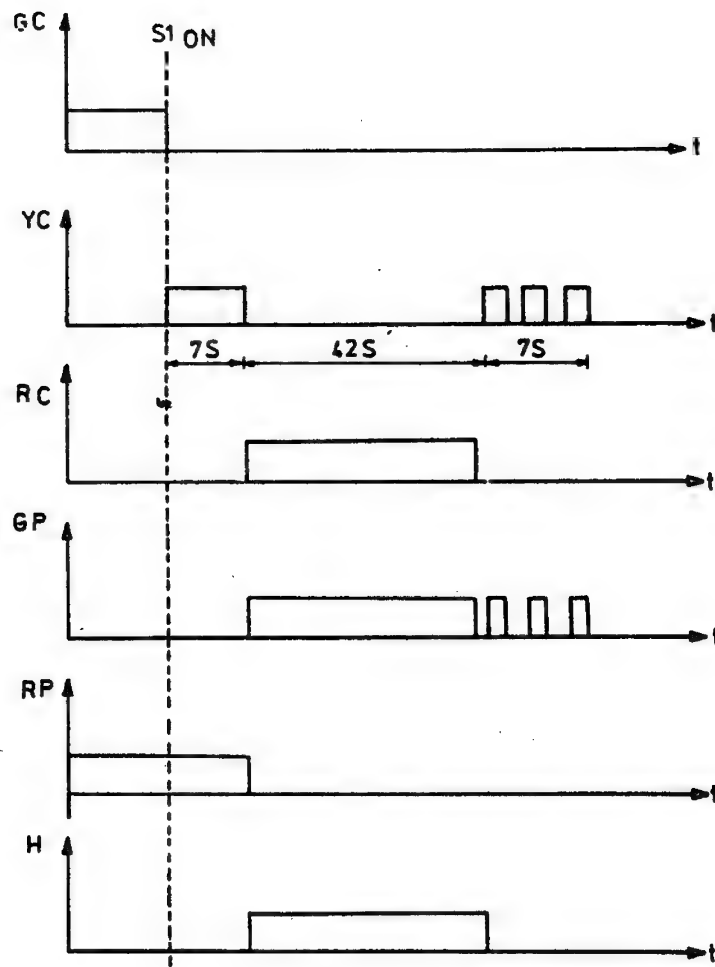
الشكل (١١ - ٥) يعرض المخطط التكنولوجي لإشارة مرور الطرق السريعة ، وهذه الإشارة توضع فى الطرق السريعة التى يقل فيها الأشخاص المترجلون ويوضع بجوار هذه الإشارة ضاغط ، وفى الظروف المعتادة تكون الإشارة خضراء للسيارات G_C وحمراء للمشاة R_P ، أما عندما يقوم أحد المشاة بالضغط على الضاغط المثبت على الإشارة S_1 تبدأ دورة مرور المشاة فتضىئ إشارة السيارات الصفراء Y_C لمدة $7S$ ، ثم يضىئ كل من إشارة السيارات الحمراء R_C ، وإشارة المشاة الخضراء G_P و لمدة $42 S$ ، وفى نفس الوقت يعمل بوق التنبيه H ، وبعد ذلك تضىئ G_P ، Y_C بتقطع لمدة $7S$ ، وبذلك تكون دورة مرور المشاة قد انتهت ، لتعود الإشارة للحالة الطبيعية ، أى تكون إشارة السيارات الخضراء G_C مضيئة وإشارة المشاة الحمراء R_P مضيئة



الشكل (١١ - ٥)

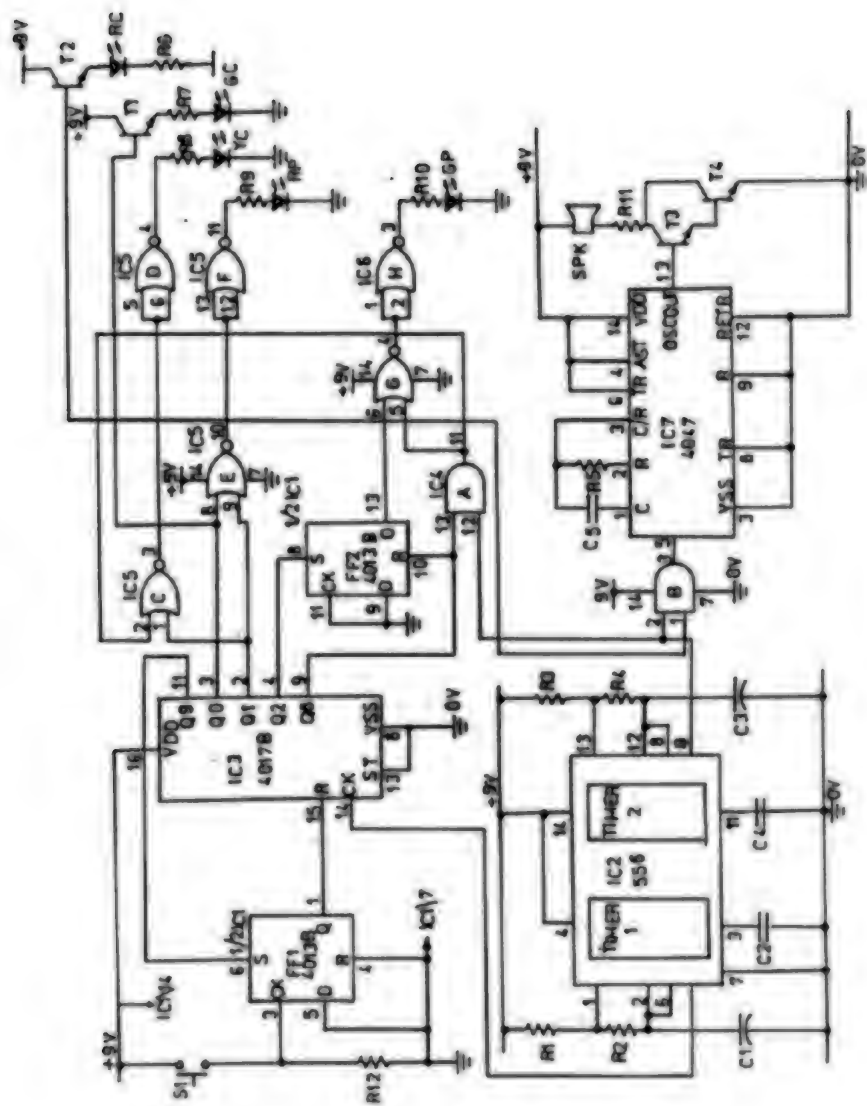
والشكل (١١ - ٦) يبين المخطط الزمني لهذه الإشارة عند الضغط على ضاغط عبور المشاة

. S_1



الشكل (١١ - ٦)

والشكل (١١ - ٧) يعرض الدائرة الرقمية لهذه الإشارة .



الشكل (١١-٧)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية $1\text{ M}\Omega$.	R_1
مقاومة كربونية 100Ω .	R_2
مقاومة كربونية $47\text{ k}\Omega$.	R_3
مقاومة كربونية $220\text{ k}\Omega$.	R_4
مقاومة كربونية $4.7\text{ k}\Omega$.	R_5
مقاومات كربونية 680Ω .	$R_6 - R_{10}$
مكثف كيميائي سعته $10\mu\text{f}$ وجهده 16V .	C_1
مكثف سيراميك سعته $0.01\mu\text{f}$.	C_2
مكثف كيميائي سعته $1\mu\text{f}$ وجهده 16V .	C_3
مكثف كيميائي سعته $0.01\mu\text{f}$ وجهده 16V .	C_4
مكثف كيميائي سعته $0.1\mu\text{f}$ وجهده 16V .	C_5
ترانزستورات NPN طراز ZTX 300 .	$T_1 - T_4$
دائرة متكاملة لقلاب D طراز 4013 B .	IC_1
دائرة متكاملة لمؤقت مزدوج طراز 556 .	IC_2
دائرة متكاملة لعداد عشري طراز 4017 B .	IC_3
دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات AND طراز 4011 B .	IC_4
دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات NOR طراز 4001 B .	IC_5
دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات NOR طراز 4001 B .	IC_6
دائرة متكاملة لمذبذب لامستقر طراز 4047 .	IC_7
سماعة مقاومتها $(25 : 80)\Omega$.	SPK
ثنائيات مشعة قياسية خضراء .	G_C, G_P

Y_C ثنائى مشع قياسى أصفر

R_P, R_C ثنائيات مشعة قياسه حمراء .

نظرية التشغيل :

فى الوضع الطبيعى تخرج من المخرج 5 للمؤقت المزدوج IC_2 نبضات مربعة ترددها يساوى :

$$F = \frac{1.44}{C_1 (R_1 + 2 R_2)} = 0.144 \text{ Hz}$$

وعندما تكون حالة مدخل التحرير R للعداد IC_3 منخفضة ، فإن هذا العداد سوف يبدأ بعد النبضات ، وتتغير حالة مخارج العداد تبعاً للمخرج الثنائى للعداد ، وعندما تصبح حالة المخرج Q_0 للعداد عالية تصبح حالة مدخل الإمساك S للقلاب FF_1 عالية ، فيحدث إمساك للقلاب (تشغيل غير متزامن) وتصبح حالة المخرج Q للقلاب FF_1 عالية ، وتباعاً تصل إشارة عالية لمدخل نبضات العداد IC_3 ، فتعود جميع مخارج العداد للحالة المنخفضة عدا المخرج Q_0 ، فيضئ الثنائى المشع الأخضر G_C وأيضاً يضيئ الثنائى المشع الأحمر R_P ، وهذا يمثل الحالة الطبيعية أى سير السيارات وتوقف المشاة .

وحيث إن حالة الأرجل S, R للقلاب FF_1 منخفضة ، فإن القلاب يعمل عند وصول أى نبضة لمدخل النبضات ck .

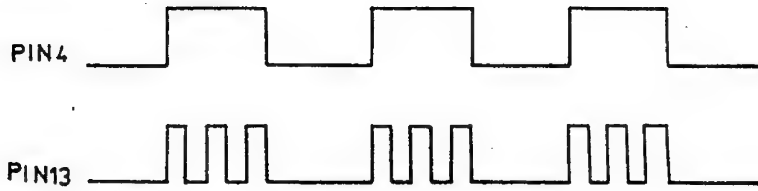
وعندما يقوم أحد المشاة بالضغط على S_1 تصبح حالة المدخل ck للقلاب FF_1 عالية ، وعند الحافة الصاعدة تنتقل حالة المدخل D إلى المخرج Q ، وبالتالي تصبح حالة المخرج Q منخفضة ، وتبدأ عملية العد مرة أخرى فعند وصول النبضة الأولى للعداد IC_3 تصبح حالة المخرج Q_1 عالية ، وبالتالي تصبح حالة خرج البوابة D عالية ، وخرج البوابة F عالية ، فيضئ كل من G_C, Y_C ، وعند وصول النبضة الثانية تصبح حالة المخرج Q_2 مرتفعة ، وبالتالي يصبح خرج القلاب FF_2 عالية ، (تشغيل غير متزامن) ، وتباعاً يصبح خرج البوابة H عالية ، ويضئ الثنائى المشع G_P للسماح بمرور المشاة ، وفى نفس الوقت فإن خرج البوابة B يصبح مماثلاً لمخرج المذبذب اللامستقر الثانى المؤلف من المؤقت الثانى للدائرة المتكاملة 556 والذى تردده يساوى :

$$F = \frac{1.44}{C_3 (R_3 + 2 R_4)} = 3 \text{ Hz}$$

وعند دخول هذه النبضات للمدخل 4 للمذبذب اللامستقر IC₇ المشكل من الدائرة المتكاملة 4047 ، يصبح تردد الخرج مساوياً :

$$F = \frac{0.23}{R_5 C_5} = 490 \text{ Hz}$$

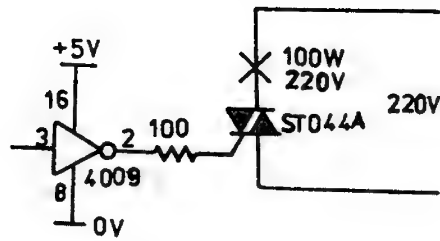
والشكل (١١ - ١) يبين شكل النبضات الداخلة والخارجة من المذبذب اللامستقر IC₇ .



الشكل (١١ - ٨)

ويتحول كل من T_4 , T_3 لحالة الوصل والفصل بنفس التردد الخارج من IC₇ ، فيصدر صوت صفارة مرتفعة من السماعة SPK ، وعند وصول النبضة الثامنة لمدخل العداد IC₃ تصبح حالة المخرج Q₇ للعداد عالية ، وبالتالي تصل إشارة عالية لمدخل التحرير (R) للقلاب FF₂ ، فتصبح حالة مخرج القلاب منخفضة ، وينطفئ كل من G_p , R_C فى حين يصبح خرج البوابة A مماثلاً لنبضات الساعة الخارجة من المذبذب الثانى للمتكاملة IC₂ ، والذي ترددها 3 HZ ، وتنتقل هذه النبضات لمدخل البوابة G فتنتقل كما هى لمخرج البوابة H ليضئ الثنائى المشع G_p لمدة 7S بضوء متقطع ، وكذلك تنتقل هذه النبضات للمدخل 2 للبوابة C ، فتنتقل هذه النبضات لمخرج البوابة D ، ويضئ الثنائى المشع Y_C هو الآخر بضوء متقطع لمدة 7S . وعند وصول النبضة التاسعة لمدخل نبضات العداد IC₃ تصبح حالة المخرج Q للقلاب FF₁ عالية وبالتالي يحدث امساك للقلاب FF₁ وتصبح حالة المخرج Q للقلاب FF₁ عالية ، وبالتالي يتحرر العداد وتعود الإشارة الضوئية للحالة الطبيعية ، أى يضى كل من G_C , R_p .

والجدير بالذكر أنه يمكن استبدال الترانزستورات والثنائيات المشعة والمقاومات $R_6 - R_{10}$ بستة ريلاهات إستكاتيكية كالمبينة بالشكل (٩ - ١١).



الشكل (٩ - ١١)

الباب الثانى عشر
المحركات الخطوية

Stepper Motors

المحركات الخطوية Stepper Motors

١ / ١٢ - مقدمة :

المحرك الخطوى يتم التحكم فيه بواسطة إشارات رقمية ، ويدور هذا المحرك حركة زاوية فى اتجاه عقارب الساعة ، أو عكس عقارب الساعة عند وصول نبضات كهربية إلى ملفاته بتتابع معين ، ستوضح فيما بعد .

وتستخدم المحركات الخطوية فى التحكم فى الروبوتات Robots ، والمعدات العسكرية ، وطاولات الفرائز والمقاشط ، وطاولات التقسيم المستخدمة فى ورش الإنتاج ، وآلات الطباعة المستخدمة مع أجهزة الكمبيوتر إلخ .

وتمتاز المحركات الخطوية بأنها يمكن أن تعمل بدقة عالية بدون الحاجة إلى التغذية المرتجعة Feedback للموضع كما هو الحال فى باقى المحركات المعروفة .

والشكل (١٢ - ١) يبين طاولة تتحرك فى اتجاهين (محور X ومحور Y) تستخدم محركين خطويين ، والجدير بالذكر أن أكبر عدد للخطوات Steps التى يمكن الحصول عليها من المحركات الخطوية هو : 200 خطوة فى اللفة الواحدة ، ولا يمكن زيادة عدد الخطوات عن هذه القيمة لوجود قيود ميكانيكية تمنع هذا ، ولكن أمكن التغلب على ذلك الكترونياً وذلك بالتشغيل بخطوات كاملة ، وبانصاف خطوات ، وبأجزاء متناهية الصغر من الخطوة .

ويمكن تقسيم المحركات الخطوية حسب نوع العضو الدوار إلى :

١ - محركات بعضو دوار له ممانعة مغناطيسية متغيرة (VR) Variable Reluctance .

٢ - محركات لها عضو دوار بمغناطيس دائم (PM) Permanent magnet .

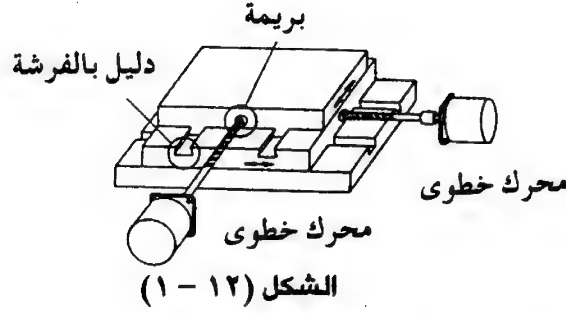
ويمكن تقسيم المحركات الخطوية حسب عدد الأوجه إلى :

- محركات خطوية بوجهين .

- محركات خطوية بثلاثة أوجه .

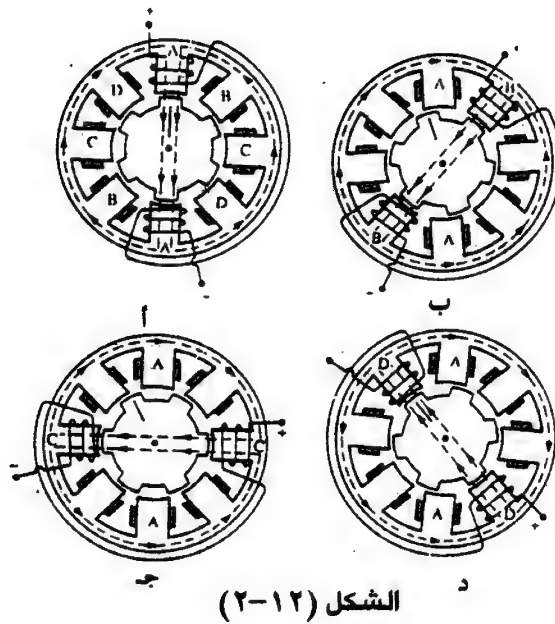
- محركات خطوية بأربعة أوجه .

وتتوفر المحركات الخطوية بقدرات أقل من 1KW وبسرعات لا تزيد عن 3000 RPM .



٢/١٢ - تركيب ونظرية عمل المحركات الخطوية VR ذات الأربعة أوجه :

الشكل (١٢ - ٢) يبين تركيب ونظرية عمل محرك خطوى نوع VR بأربعة أوجه



4-Phase والعضو الثابت له

ثمانية أقطاب بارزة فى حين أن

العضو الدوار له ثمانية أسنان

بارزة . فكل قطبين متقابلين من

أقطاب العضو الثابت تمثل

وجهاً، ويوصلان معاً بحيث

يكون أحد القطبين شمالياً N

تخرج منه خطوط الفيض

المغناطيسى والآخر جنوبياً S

تدخل إليه خطوط الفيض

المغناطيسى .

فعند وصول تيار كهربى للوجه AA يتدفق الفيض المغناطيسى من القطب الشمالى

(العلوى) إلى القطب الجنوبى (السفلى) من خلال أقصر طريق ممكن ماراً بالعضو الدوار .

وحتى نحصل على أقصر مسار ممكن للفيض المغناطيسى يتحرك العضو الدوار ، بحيث

يكون أقرب زوج من أسنان العضو الدوار فى مقابلة الوجه AA كما بالشكل (أ) ، وعند

انقطاع التيار الكهربى عن الوجه AA ، ووصله للوجه BB يدور العضو الدوار بحيث يكون

أقرب زوج من أسنان العضو الدوار في مقابلة الوجه BB ، وهكذا . والشكل (١٢ - ٣) .
يبين طريقة الحصول على دوران مستمر في اتجاه عقارب الساعة وعكس اتجاه عقارب الساعة
لمحرك خطوى بأربعة أقطاب نوع VR .

فالشكل (أ) يبين تتابع وصول الإشارات الرقمية للأوجه AA, BB, CC, DD للدوران
في اتجاه عقارب الساعة في حين أن الشكل (ب) يبين تتابع وصول الإشارات الرقمية للأوجه
الأربعة للدوران عكس اتجاه عقارب الساعة ؛ علماً بأن تتابع وصول الإشارات الرقمية تتكرر
طوال فترة تشغيل المحرك الخطوى .

وتعتمد قيمة زاوية الخطوة الواحدة على عدد الأوجه وعدد أسنان العضو الدوار ، وهذا
سيتضح من المعادلة التالية :

$$\Theta = \frac{360}{Pn} = 12.1$$

حيث إن :

• Θ زاوية الخطوة

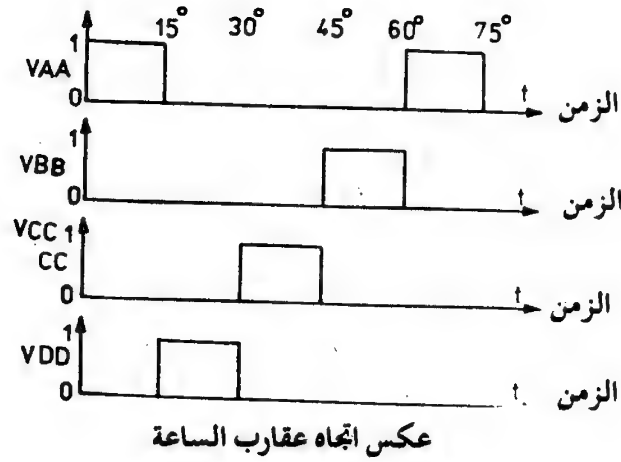
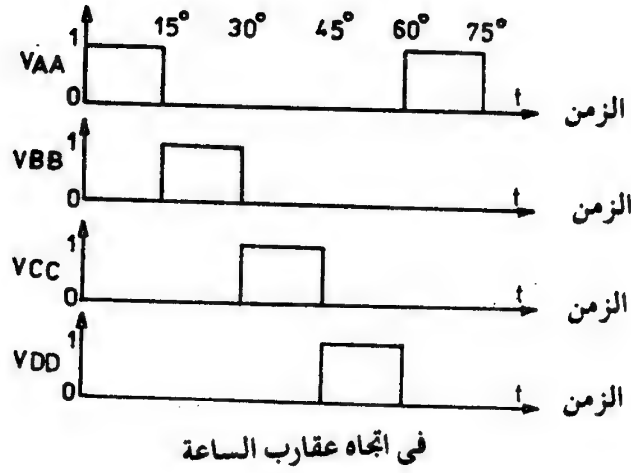
• P عدد الأوجه أو الأقطاب

• n عدد أسنان العضو الدوار

أى أن زاوية الخطوة للمحرك الخطوى VR المبين بالشكل (١٢ - ٢) تساوى :

$$\Theta = \frac{360}{4 \times 6} = 15^0$$

وكذلك فإن عدد الخطوات في اللفة الكاملة يساوى Pn أى يساوى : 24 في هذه الحالة .

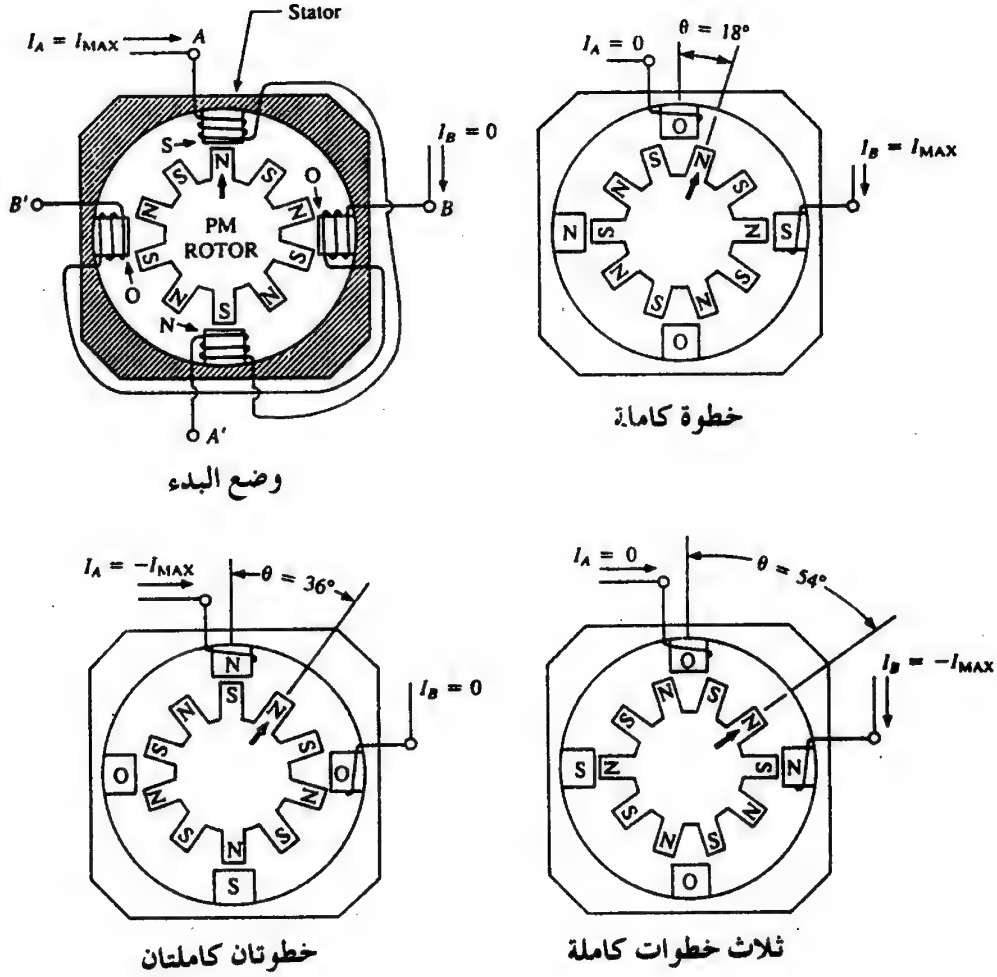


الشكل (١٢ - ٣)

٣ / ١٢ - تركيب ونظرية عمل المحركات الخطوية PM ذات الوجهين :

الشكل (١٢ - ٤) يعرض طريقة تشغيل الخطوة الكاملة لمحرك خطوى له عضو دوار بمغناطيس دائم وبوجهين ، حيث يحتوى على أربعة أقطاب ملفوفة فى العضو الثابت ، ويوصل كل ملفين معاً ليشكلاً وجهاً ، وعدد أسنان العضو الدوار 10 وبالتالي فإن زاوية الخطوة تساوى :

$$\Theta = \frac{360}{P_n} = \frac{360}{4 \times 6} = 180$$



الشكل (١٢ - ٤)

والجدول (١٢ - ١) يبين تتابع التشغيل للدوران في اتجاه عقارب الساعة CW بخطوات

كاملة Full Step .

الجدول (١٢ - ١)

الخطوة	الزاوية	I_A / I_{max}	I_B / I_{max}
0	0	1	0
1	18	0	1
2	36	-1	0
3	54	0	-1

حيث إن :

I_A تيار الوجه A
 I_B تيار الوجه B
 I_{max} أقصى تيار للمحرك

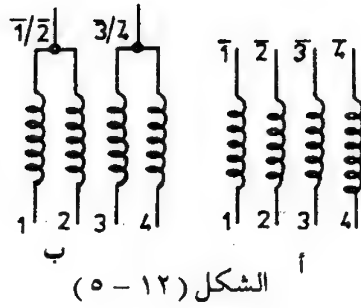
حيث يسمح بمرور تيار كهربى موجب فى الملف AA' أى يكون اتجاه مرور التيار من A إلى A' وتكون قيمة هذا التيار مساوية التيار الأقصى للمحرك ، فيصبح القطب العلوى جنوبى S والقطب السفلى شمالى N فيتحرك العضو الدوار بحيث يكون القطب الجنوبى للعضو الثابت فى مواجهة أقرب الأقطاب الشمالية للعضو الدوار ، وبالمثل يصبح القطب الشمالى للعضو الثابت فى مواجهة أقرب الأقطاب الجنوبية للعضو الدوار، ويسمى هذا بوضع البدء ، وعند وصول تيار موجب للملف BB' قيمته تساوى التيار الأقصى للمحرك I_{max} يدور المحرك بزاوية 18° فى اتجاه عقارب الساعة ، وعند وصول تيار سالب للملف AA' أى يكون مرور التيار من A' إلى A بحيث يكون هذا التيار مساوياً التيار الأقصى I_{max} للمحرك، يتحرك المحرك زاوية ثانية ، لتصبح زاوية الدوران الكلية من الوضع الابتدائى 36° وعند وصول تيار سالب للملف BB' يساوى التيار الأقصى I_{max} يدور المحرك خطوة ثالثة فى اتجاه عقارب الساعة ، وتكون زاوية الدوران الكلية 54° من الوضع الابتدائى ويمكن استمرار دوران المحرك فى اتجاه عقارب الساعة بتكرار هذه الخطوات الأربع .

يمكن تشغيل المحرك الخطوى PM ذو الوجهين الذى استعرضناه فى الشكل (١٢ - ٤) تشغيلاً نصف خطوى Half Step بتحقيق تتابع وصول تيار الوجه A, B كما هو مبين بالجدول (١٢ - ٢) .

الجدول (١٢ - ٢)

نصف خطوة	الزاوية	I_A / I_{max}	I_B / I_{max}
0	0	1	0
1	9	0.707	0.707
2	18	0	1
3	27	-0.707	0.707
4	36	-1	0
5	45	-0.707	-0.707
6	54	0	-1
7	63	0.707	-0.707

٤/١٢ - تركيب ونظرية عمل المحركات الخطوية PM ذات الأربعة أوجه :



تشابة المحركات الخطوية PM ذات الأربعة

أوجه مع المحركات الخطوية PM ذات الوجهين

فى التركيب عدا أنه فى حالة الأربعة أوجه

يكون كل ملف من الملفات الأربعة مستقلاً

بذاته . ويكون المحرك الخطوى PM ذو الأربعة

أوجه بثمانية أطراف أو ستة أطراف ، كما هو

مبين بالشكل (١٢ - ٥) .

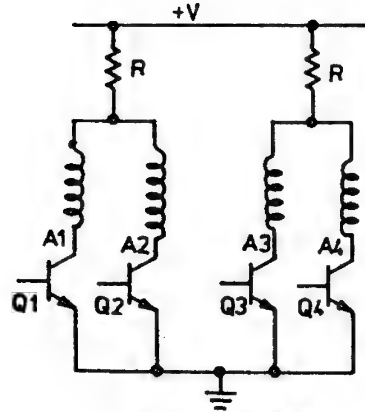
فى الشكل (أ) أربعة ملفات مستقلة، وفى الشكل (ب) أربعة ملفات كل ملفين لهما

نقطة مشتركة ، وهذا النوع يمكن استخدامه كمحرك بوجهين بدون استخدام نقطة

المنتصف ، وكمحرك بأربعة أوجه باستخدام نقطة المنتصف .

أما الشكل (١٢ - ٦) فيبين طريقة التحكم فى تشغيل محرك بأربعة أوجه وله ستة

أطراف توصيل باستخدام أربعة ترانزستورات $Q_1 - Q_4$.



الشكل (١٢-٦)

والجدول (١٢ - ٣) يبين تتابع تشغيل الترانزستورات للدوران بخطوات كاملة .

الجدول (١٢ - ٣)

رقم الخطوة	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4
0	1	0	1	0
1	0	1	1	0
2	0	1	0	1
3	1	0	0	1

في دور المحرك في عكس اتجاه عقارب الساعة CCW عند اتباع التتابع التالي : 3 ثم 2 ثم 1 ثم 0 ثم 3 ثم 2 ، وهكذا . ويمكن استمرار الدوران في اتجاه عقارب الساعة باتباع التتابع التالي : 0 ثم 1 ثم 2 ثم 3 ثم 0 وهكذا .

والجدول (١٢ - ٤) يبين تتابع تشغيل الترانزستورات لتشغيل المحرك تشغيلًا نصف خطوى .

في دور المحرك في عكس اتجاه عقارب الساعة CCW باتباع التتابع التالي :

7 ثم 6 ثم 5 ثم 4 ثم 3 ثم 2 ثم 1 ثم 0 ثم 7 ، وهكذا . في حين يدور المحرك في اتجاه عقارب الساعة CW باتباع التتابع التالي : 0 ثم 1 ثم 2 ثم 3 ثم 4 ثم 5 ثم 6 ثم 7 ثم 0 ، وهكذا .

الجدول (١٢ - ٤)

رقم الخطوة	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄
0	1	0	1	0
1	1	0	0	0
2	1	0	0	1
3	0	0	0	1
4	0	1	0	1
5	0	1	0	0
6	0	1	1	0
7	0	0	1	0

١٢/٥ - المصطلحات الفنية المستخدمة مع المحركات الخطوية :

فيما يلي أهم متغيرات المحركات الخطوية :

- ١ - استجابة الخطوة Step Response ، وهو الزمن المار من لحظة وصول إشارة التشغيل إلى لحظة دوران المحرك ، وتقاس عادة بالمللي ثانية .
- ٢ - المعدل الخطوي Stepping Rate وهو أقصى عدد من الخطوات التي يعملها المحرك في الثانية .

- ٣ - زاوية الخطوة Step angle وهي الزاوية التي يعملها المحرك في الخطوة الواحدة ، وتعتمد زاوية الخطوة على عدد أقطاب كل من العضو الثابت والعضو الدوار ويمكن حسابها من المعادلة التالية :

$$\Theta = \frac{360}{Pn} \rightarrow 12.1$$

حيث إن :

زاوية الخطوة Θ .

عدد الأوجه أو الأقطاب P .

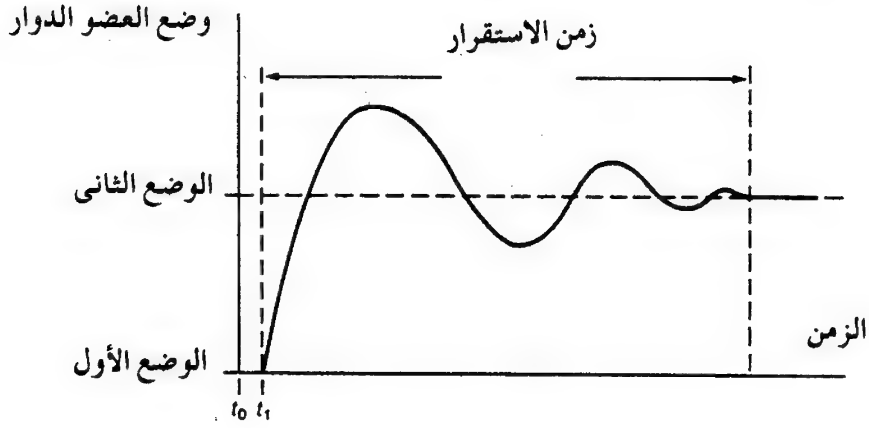
عدد أسنان العضو الدوار n .

٤ - سرعة العضو الدوار

$$N = \frac{\Theta \cdot S / S}{6} \rightarrow 12.2$$

حيث إن :

- . N عدد اللفات في الدقيقة
- . S / S عدد الخطوات في الثانية
- . Θ زاوية الخطوة



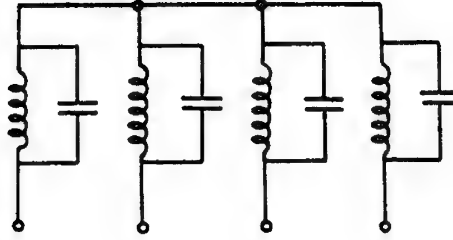
الشكل (١٢ - ٧)

والجدير بالذكر أنه يمكن زيادة سرعة المحرك الخطوى بزيادة تردد نبضات التشغيل ، ولكن هذه الزيادة قد تؤدي لحدوث تجاوز **Overshoot** كما هو مبين بالشكل (١٢ - ٧) .

فعند الزمن t_0 يكون المحرك فى الوضع الاول ، وعند الزمن t_1 تصل نبضة ملف العضو الثابت المناسب لعمل خطوة للوضع الثانى 2 .

والجدير بالذكر أن المحرك لن يصل إلى الوضع الثانى لحظياً ، ولكن يصل للوضع الثانى بعد انتهاء زمن الاستقرار ، فخلال هذا الزمن يحدث تذبذب للمحرك حول الموضع الثانى .

ففى بعض التطبيقات يكون من الضرورى تقليل زمن الاستقرار ، وهناك عدة طرق لخمّد حركة العضو الدوار للمحركات الخطوية أهمها : الخمد بالمكثف **Capacitive damp** حيث يوصل مكثف بالتوازي مع الملفات كما هو مبين بالشكل (١٢ - ٨) .



الشكل (١٢ - ٨)

٦ / ١٢ - حالات تشغيل المحركات الخطوية Modes of operation :

هناك عدة حالات مختلفة لتشغيل المحركات الخطوية وهي كما يلي :

١ - حالة التحرير Reset Mode ، فعندما ينقطع التيار الكهربى عن ملفات العضو الثابت

للمحرك الخطوى نوع PM يظل العضو الدوار فى مكانه نتيجة للتفاعل بين المجال

المغناطيسى الدائم للعضو الدوار ، وملفات العضو الثابت وهذه الخاصية جيدة عند

الحاجة لمعرفة الوضع الاخير عند انقطاع التيار الكهربى .

٢ - حالة التوقف بفرملة Stall Mode ، وتحدث عندما تصل إشارة لملفات العضو الثابت

للمحرك الخطوى نوع PM أو AR ، ولا يحدث دوران .

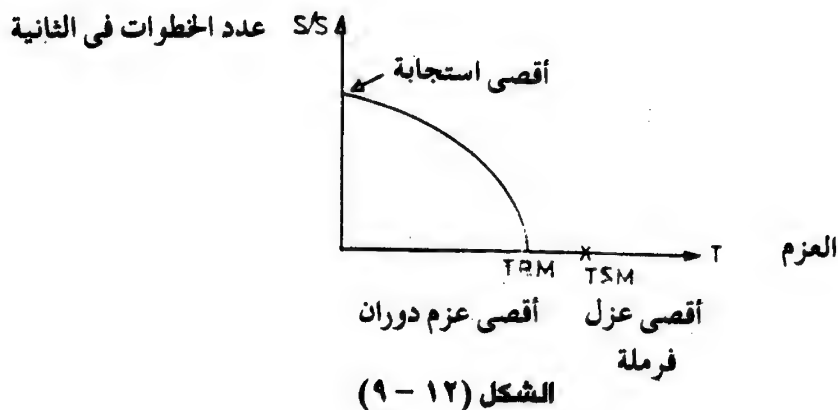
٣ - حالة الحركة فى الاتجاهين Bidirectional Mode ، فعادة تعمل المحركات الخطوية

باقصى سرعة للمحرك فى الاتجاهين بدون فقد للخطوة.

٤ - حالة الإمالة Slewing ، وهى حالة الدوران المستمر للمحرك الخطوى فى اتجاه واحد .

والشكل (١٢ - ٩) يبين العلاقة بين عدد الخطوات فى الثانية ، وعزم المحرك الخطوى نوع

PM ، ويلاحظ أنه كلما ازدادت عدد الخطوات فى الثانية قل العزم والعكس بالعكس .



٧ / ١٢ - مميزات وعيوب المحركات الخطوية :

أولاً : مميزات المحركات الخطوية :

- ١ - لا تحتاج لتغذية مرتجعة Feedback .
- ٢ - يمكن عمل تغذية مرتجعة تناظرية أو رقمية عند الحاجة للتحكم فى الوضع أو السرعة أو الاثنين معاً .
- ٣ - الخطأ الحادث فى كل خطوة لا يتراكم .
- ٤ - عند وصول المحرك الخطوى للموضع المطلوب واختفاء إشارات التشغيل يتوقف المحرك فى الحال ، وإذا كان هناك عزم قصور ذاتى كبير للحمل ، فلا يحتاج لعمل خمد للاهتزازات .
- ٥ - يوجد مدى واسع لزوايا الخطوات المتاحة للمحركات الخطوية لمعظم الشركات المصنعة مثل : $1.8^\circ, 7.5^\circ, 15^\circ, 18^\circ, 47^\circ, 90^\circ$
- ٦ - السرعات المنخفضة ممكنة بدون الحاجة لصندوق تروس فمثلاً : يوجد محركات خطوية إذا تم تشغيلها بنبضات ترددها 500 HZ تدور بسرعة 150 RPM .
- ٧ - المحركات الخطوية تعمل بالإشارات الرقمية ، لذلك يمكن التحكم فيها مباشرة بأجهزة الكمبيوتر .
- ٨ - لها تيار بدء صغير ، وعزم قصور ذاتى صغير .

٩ - يمكن تشغيل مجموعة من المحركات الخطوية من مصدر واحد مع المحافظة على التزامن بينهم .

ثانياً : عيوب المحركات الخطوية :

- ١ - كفاءته منخفضة فمعظم الطاقة الداخلة تتحول لحرارة .
- ٢ - يجب دراسة الاحمال بعناية للحصول على الاداء الخطوى الأمثل ، كما أن مصدر النبضات والحاكم يجب أن يتوافق مع المحرك والحمل .
- ٣ - عند وصول إشارة تشغيل للمحركات AR أثناء حدوث اهتزاز حول الموضع السابق فإن ذلك قد يؤدي لتحرك المحرك في أحد الاتجاهين بدون تحكم وتسمى هذه الظاهرة بالرنين Resonance .

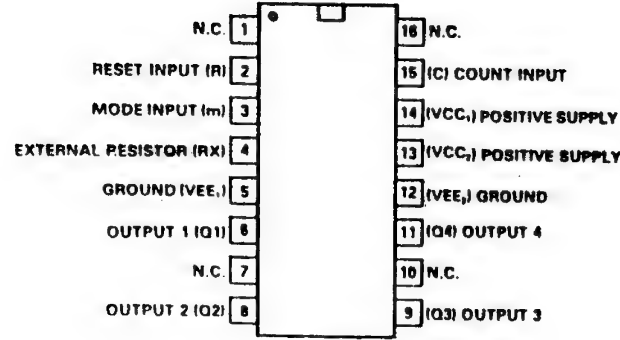
٨/١٢ - الدوائر المتكاملة المستخدمة في تشغيل المحركات الخطوية :

يوجد العديد من الدوائر المتكاملة المستخدمة في تشغيل المحركات الخطوية الثنائية والرباعية الأوجه بخطوات كاملة Full step ، وبأنصاف خطوات Half step وبأجزاء متناهية الصغر من الخطوة Micro step .

على سبيل المثال الدوائر المتكاملة التالية :

L293E, L298, SAA 1027, PBL 3771, PBL 3770A, UCN-58048 .

وسنكتفى في هذا الكتاب بإلقاء الضوء على الدائرة المتكاملة SAA 1027 وهي تستخدم لتشغيل المحركات الخطوية PM الرباعية الأوجه بخطوات كاملة؛ وتغذى هذه الدائرة المتكاملة من مصدر جهد 18 V D.C : 9.5 ، وهي تغذى المحركات الخطوية بتيار يصل إلى 500 mA . والشكل (١٢ - ١٠) يعرض المسقط الأفقى لهذه الدائرة المتكاملة .



الشكل (١٢ - ١٠)

التعريف بالأرجل :

- | | |
|---|----------|
| أرجل غير مستخدمة . | 1,7 , 10 |
| رجل إعادة المحرك للوضع الابتدائي (فعالة عند الحالة المنخفضة) . | 2 |
| رجل حالة التشغيل فعندما تكون عند الحالة العالية يدور المحرك في عكس اتجاه عقارب الساعة ، والعكس بالعكس . | 3 |
| رجل مقاومة تحديد تيار المحرك حيث إن | 4 |

$$R_x = \frac{4 E}{I} - 60$$

حيث إن :

- | | |
|--|-------------|
| E هو جهد المصدر ، I تيار المحرك . | E |
| أرضى . | 5, 12 |
| مخارج الدائرة المتكاملة وتوصل بملفات المحرك . | 6, 8, 9, 11 |
| يوصل مباشرة بجهد المصدر الموجب . | 13 |
| يوصل بجهد المصدر الموجب من خلال مقاومة 100Ω وبالأرضى من خلال مكثف 100 nf . | 14 |
| يوصل بمصدر نبضات الساعة . | 15 |

والجدول (١٢ - ١٥ ، ب) يبين حالة الأرجل (6, 8, 9, 11) للدائرة المتكاملة SAA 1027 عند وصول نبضات ساعة مربعة للرجل 15 .

الجدول (١٢ - ٥)

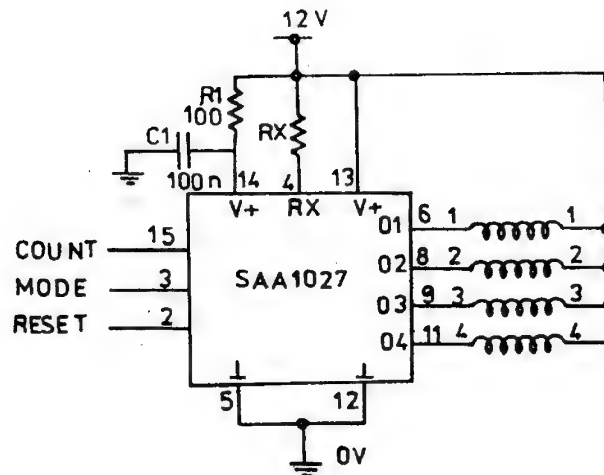
دوران في اتجاه عقارب الساعة (CW)

الرجل رقم الخطوة	6	8	9	11
0	1	0	1	0
1	0	1	1	0
2	0	1	0	1
3	1	0	0	1

دوران عكس اتجاه عقارب الساعة (CCW)

الرجل رقم الخطوة	6	8	9	11
0	1	0	1	0
1	1	0	0	1
2	0	1	0	1
3	0	1	1	0

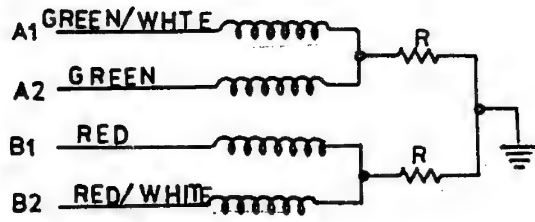
والشكل (١٢ - ١١) يبين طريقة استخدام الدائرة المتكاملة SAA 1027 .



الشكل (١٢ - ١١)

١٢ / ٩ - الدوائر العملية لتشغيل المحركات الخطوية :

الدائرة رقم 1 :



الشكل (١٢ - ١٢) يبين

دائرة القدرة لمحرك خطوى أربعة

أوجه نوع MP .

والجدول (١٢ - ٦) يبين

النضبات اللازمة لتشغيل هذا

المحرك بجهة عقارب الساعة CW

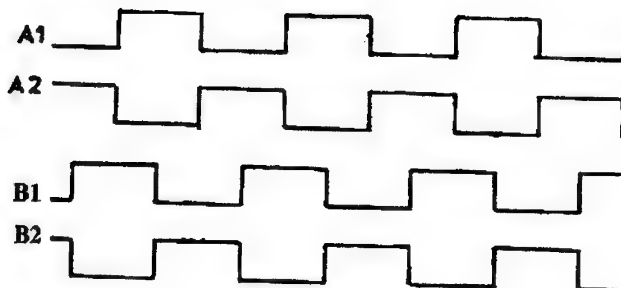
الشكل (١٢ - ١٢)

عند تحقيق التتابع التالى 1 ثم 2 ثم 3 ثم 4 .

ويدور فى عكس اتجاه عقارب الساعة عند تحقق التتابع التالى 4 ثم 3 ثم 2 ، ثم 1 وهكذا

الجدول (١٢ - ٦)

المكانى الثنائى	B ₂	B ₁	A ₂	A ₁	رقم الخطوة
1010	0	1	0	1	1
1001	1	0	0	1	2
0101	1	0	1	0	3
0110	0	1	1	0	4



والشكل (١٢ - ١٣)

يبين شكل النضبات

المطلوبة لتشغيل هذا

المحرك .

الشكل (١٢ - ١٣)

أما الشكل (١٢ - ١٤) فيبين دائرة التحكم الرقمية المستخدمة فى تشغيل هذا المحرك ، فعند وضع المفتاح S_1 على وضع CW يدور المحرك فى اتجاه عقارب الساعة ، وعند وضع المفتاح S_2 على وضع CCW يدور المحرك فى عكس اتجاه عقارب الساعة ، ويمكن التحكم فى سرعة المحرك بالتحكم فى تردد النبضات الخارجة من المذبذب اللامستقر المؤلف من المؤقت (IC_1) 555 ، ولهذا المذبذب ثلاثة آماذ Ranges للترددات .

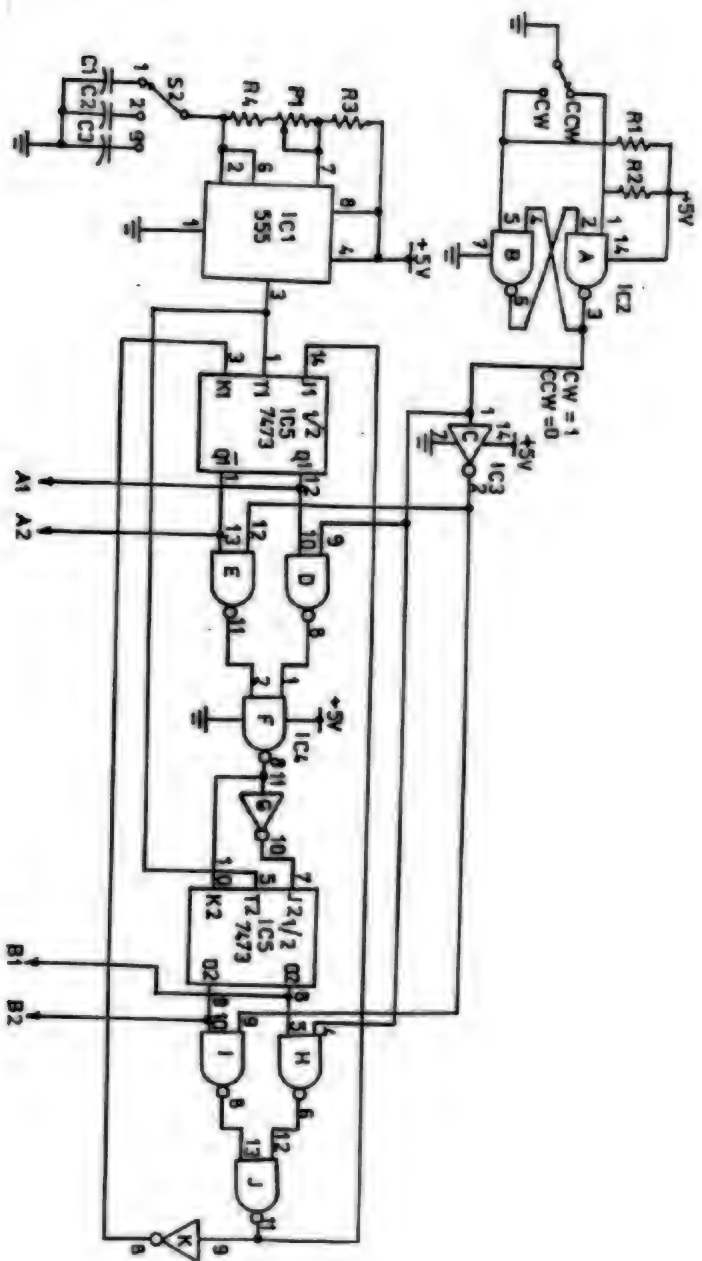
المدى الاول : (5 : 68 HZ) ، وذلك عند الوضع (1) للمفتاح S_2 ، ويتم ذلك بتغيير قيمة المقاومة P_1 .

المدى الثانى : (50 : 680 HZ) ، وذلك عند الوضع (2) للمفتاح S_2 ، ويتم ذلك بتغيير قيمة المقاومة P_1 .

المدى الثالث : (500 : 6800 HZ) ، وذلك عند الوضع (3) للمفتاح S_2 ، ويتم ذلك بتغيير المقاومة P_1 .

عناصر الدائرة :

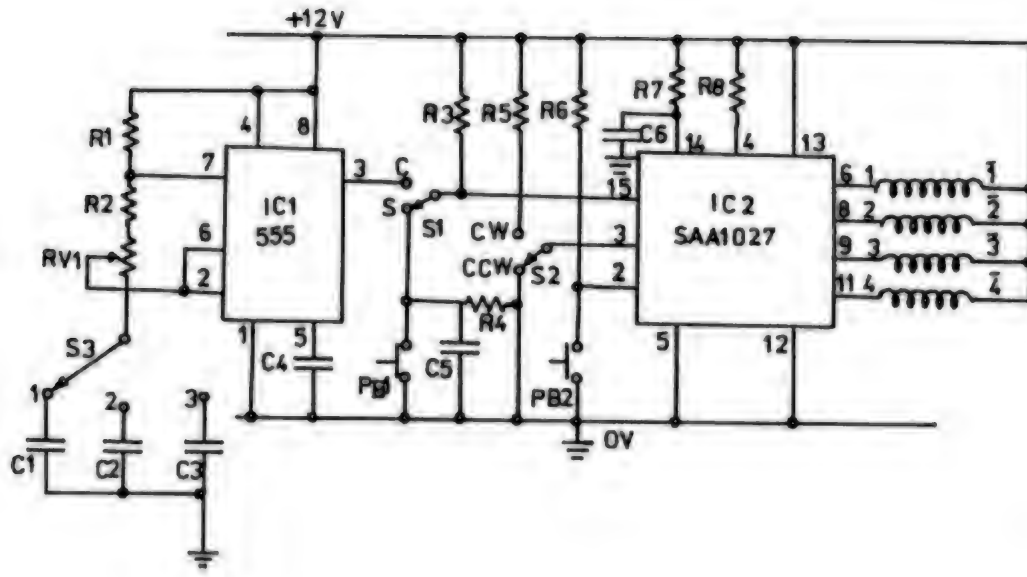
R_1, R_2	مقاومات كربونية $1k \Omega$.
R_3	مقاومة كربونية $2.7 k \Omega$.
R_4	مقاومة كربونية $4.7 k \Omega$.
P_1	مقاومة متغيرة $100 k \Omega$.
C_1	مكثف كيميائى $1.5 \mu f$ وجهد 10V .
C_2	مكثف كيميائى 150 nf وجهد 10V .
C_3	مكثف كيميائى 15 nf وجهد 10V .
IC_1	مؤقت 555 .
IC_2, IC_3	دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات NAND طراز SN 7400 .
IC_4	دائرة متكاملة تحتوى على ستة عواكس طراز SN 7404 .
IC_5	دائرة متكاملة تحتوى على قلابين JK طراز SN 7473 .



الشكل (١٧ - ١٤)

الدائرة رقم 2 :

الشكل (١٢ - ١٥) يعرض دائرة تحكم رقمية فى تشغيل محرك خطوى أربعة أوجه نوع PM ، وله تيار تشغيل يصل إلى 300 mA .



الشكل (١٢ - ١٥)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية $2.7\text{ k}\Omega$.	R_1
مقاومة كربونية $4.7\text{ k}\Omega$.	R_2
مقاومات كربونية $10\text{ k}\Omega$.	R_3, R_5, R_6
مقاومة كربونية $440\text{ k}\Omega$.	R_4
مقاومة كربونية 100Ω .	R_7
مقاومة كربونية 120Ω .	R_8
مقاومة متغيرة $100\text{ k}\Omega$.	RV_1

مكثف سيراميك $1.5 \mu f$.	C_1
مكثف سيراميك 150 nf .	C_2
مكثف سيراميك 15 nf .	C_3
مكثف سيراميك 10 nf .	C_4
مكثف سيراميك 100 nf .	C_5, C_6
مؤقت زمني طراز 555 .	IC_1
دائرة متكاملة لمشغل محرك خطوى طراز SAA 1027 .	IC_2
مفتاح قطب واحد سكتين .	S_1, S_2
مفتاح قطب واحد بثلاث سكك .	S_3
ضاغط بريشة مفتوحة .	PB_1, PB_2
نظرية التشغيل :	

يمكن تشغيل المحرك إما تشغيلاً مستمراً ، أو تشغيلاً خطوياً بواسطة المفتاح S_1 ، فعند وضع المفتاح S_1 على وضع S فإنه يمكن تشغيل المحرك تشغيلاً خطوياً ، فعند الضغط على الضاغط PB_1 تصل نبضة تشغيل لمدخل العد (15) للدائرة المتكاملة IC_2 ، فيتحرك المحرك خطوة جهة عقارب الساعة إذا كان المفتاح S_2 على الوضع CW ، وعكس عقارب الساعة إذا كان المفتاح S_1 على الوضع CCW .

ويمكن تشغيل المحرك ليدور دورانياً مستمراً ، وذلك بوضع المفتاح S_1 على وضع C ، ويدور المحرك جهة عقارب الساعة إذا كان المفتاح S_2 على الوضع CW ، وعكس عقارب الساعة إذا كان المفتاح S_2 على الوضع CCW ، ويمكن التحكم فى سرعة المحرك بالتحكم فى تردد النبضات الخارجة من المذبذب اللامستقر المؤلف من الدائرة المتكاملة IC_1 (المؤقت 555)، ولهذا المذبذب ثلاثة آماذ Ranges للترددات وهى كما يلى :

المدى الأول : (5 : 68 HZ) ، وذلك عند وضع S_3 على وضع 1 ، ويمكن التحكم فى قيمة التردد الخارج بواسطة المقاومة المتغيرة RV_1 .

المدى الثانى : (50 : 680 HZ) ، وذلك عند وضع S_3 على الوضع 2 ، ويمكن التحكم فى قيمة التردد الخارج بواسطة المقاومة المتغيرة RV_1 .

المدى الثالث : (500 : 6800 HZ) ، وذلك عند وضع S_3 على الوضع 3 ، ويمكن التحكم فى قيمة التردد الخارج بواسطة المقاومة المتغيرة RV_1 .

فإذا كانت زاوية الخطوة للمحرك الخطوى 7.5° مثلاً ، فإن عدد الخطوات فى اللفة الكاملة

تساوى : $48 = \frac{360}{7.5}$ ، ويمكن الحصول على سرعة المحرك من المعادلة التالية :

$$N = \frac{\theta \cdot S / S}{6} \quad (\text{RPM})$$

حيث إن :

S / S عدد الخطوات فى الثانية ، وهى تكافئ تردد المذبذب .

ففى المدى الاول فإن سرعة المحرك تتراوح ما بين (6 : 85 RPM) .

وفى المدى الثانى فإن سرعة المحرك تتراوح ما بين (60 : 850 RPM) .

وفى المدى الثالث فإن سرعة المحرك تتراوح ما بين (6000 : 8500 RPM) .

الدائرة رقم 3 :

الشكل (١٢ - ١٦) يعرض دائرة تحكم فى سرعة محرك خطوى يسحب تياراً يساوى

5A، وله أربعة أوجه بثمانية أطراف منفصلة .

عناصر الدائرة :

R_1 مقاومة كربونية 100Ω .

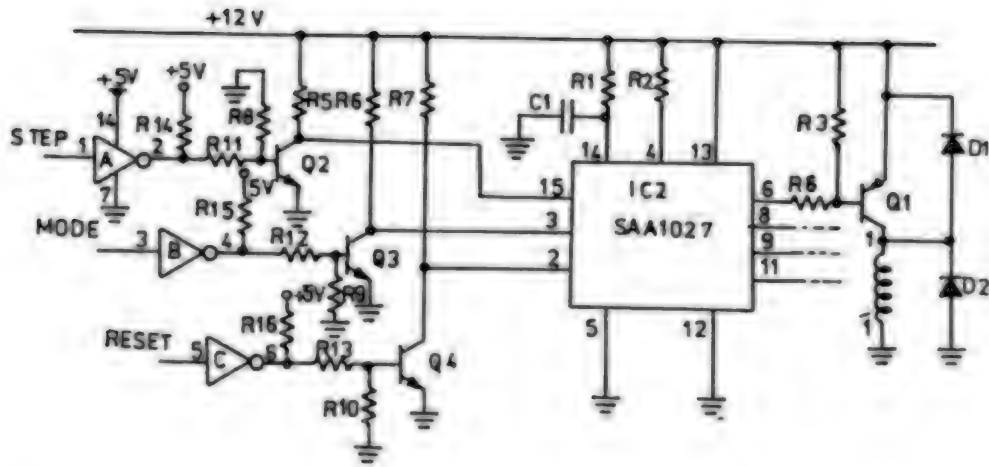
R_2 مقاومة كربونية 680Ω .

R_3 مقاومة كربونية 470Ω .

R_4 مقاومة كربونية 56Ω وقدرتها 3W .

R_5, R_6, R_7 مقاومات كربونية $2.7 k \Omega$.

مقاومات كربونية $10\text{ k}\Omega$.	$R_8 - R_{13}$
مقاومات كربونية $1\text{ k}\Omega$.	$R_{14} - R_{16}$
مكثف سيراميك 100 nf .	C_1
ثنائيات سليكونية طراز 1N 4001 .	D_1, D_2
ترانزستور PNP طراز MJE 2955 .	Q_1
ترانزستورات NPN طراز 2N 3904 .	$Q_2 - Q_4$
دائرة متكاملة تحتوى على ستة عواكس طراز 7404 .	IC_1
دائرة متكاملة طراز SAA 1027 .	IC_2



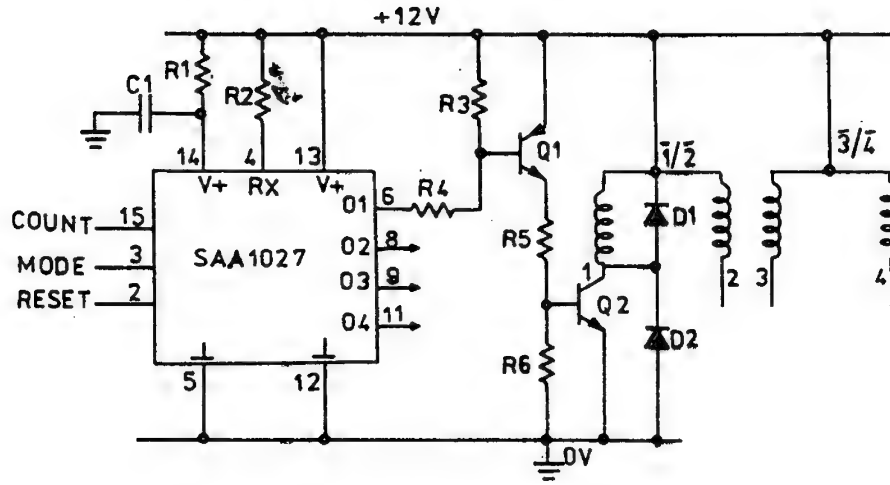
الشكل (١٢ - ١٦)

نظرية التشغيل :

عند انتقال حالة مدخل البوابة A من منخفض إلى عال يتحرك المحرك خطوة جهة اتجاه عقارب الساعة إذا كانت حالة مدخل البوابة B عالية ، ويدور المحرك فى اتجاه عكس عقارب الساعة ، إذا كانت حالة مدخل البوابة B منخفضة .

وعند وصول نبضة عالية لمدخل البوابة C يعود المحرك للموضع الابتدائي ، والجدير بالذكر أن طريقة توصيل الأوجه الأخرى للمحرك لا تختلف عن طريقة توصيل الوجه المبين بالشكل (١٢ - ١٦) .

والشكل (١٢ - ١٧) يبين طريقة توصيل الدائرة المتكاملة SAA 1027 مع محرك خطوى نوع PM بأربعة أوجه وبخمسة أطراف يسحب تياراً 5A .



الشكل (١٢ - ١٧)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 100Ω .	R_1
مقاومة كربونية 680Ω .	R_2
مقاومة كربونية $1k \Omega$.	R_3 , R_4
مقاومة كربونية 56Ω وقدرتها 3W .	R_5
مقاومة كربونية 470Ω .	R_6
ثنائيات سليكونية طراز 1N 4001 .	D_1 , D_2

Q_1 ترانزستور PNP طراز 2 N 3906 .

Q_2 ترانزستور NPN طراز 2 N 3055 .

IC_1 دائرة متكاملة SAA 1027 .

محرك خطوى يعمل عند جهد 12V + ويسحب تياراً 5 A .

والجدير بالذكر أن طريقة توصيل باقى أوجه المحرك لا تختلف عن طريقة توصيل الوجه

الأول .

الباب الثالث عشر

فحص واصلاح أعطال الدوائر الرقمية

فحص واصلاح أعطال الدوائر الرقمية

١ / ١٣ - أجهزة اختبار الدوائر الرقمية :

يوجد عدة أجهزة تستخدم فى اختبار الدوائر الرقمية مثل :

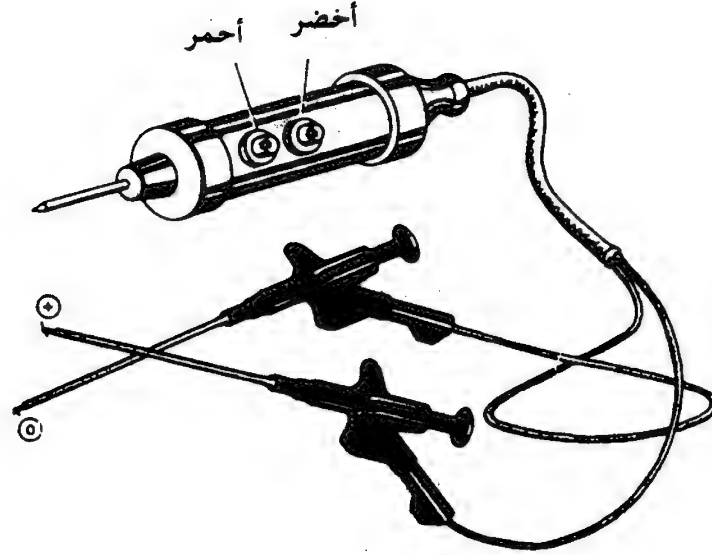
١ - جهاز التحليل المنطقى **Logic Analyzer** :

ولهذا الجهاز شاشة عرض تشبه شاشة العرض لجهاز الاوسليسكوب ، ويحتوى هذا الجهاز على عدد من المجسات probes ، حيث توصل كل منها مع نقطة فى الدائرة الرقمية ، وتتوفر أجهزة تحليل منطقية قادرة على عرض حالة 16 دخلاً فى آن واحد ، والجدير بالذكر أن أجهزة التحليل المنطقية تتميز بإمكانية الاحتفاظ بالبيانات فى ذاكرتها ، وهى تستخدم عادة لاكتشاف مشاكل التوقيت ، والتى سوف نتناولها فيما بعد ، ولا يمكن استخدام أجهزة التحليل المنطقية فى عرض شكل موجه جهد تناظرية كالأوسليسكوب ؛ لأنها تتعامل مع جهود المداخل إما جهد منخفض (0) أو جهد عالٍ (1) .

٢ - المجس المنطقى **Logic probe** :

وهو جهاز صغير يحمل باليد قادر على تحديد المستوى المنطقى لاي نقطة فى الدائرة الرقمية (منخفض - عال - نبضات) . والشكل (١٣ - ١) يعرض صورة لأحد المجسات المنطقية ، ويلاحظ أنه يحتوى على ثنائيتين مشعيتين :

الأول : أحمر RED ، والآخر : أخضر GREEN ويزود المجس بماسكين يشبثان مع موجب وسالب الدائرة المختبرة .



الشكل (١٣ - ١)

٣ - النابض المنطقي Logic pulser :

ويطلق عليه أحياناً حاقن النبضات Pulse ، حيث يستخدم في حقن نبضات مربعة عند مداخل البوابات المنطقية والعدادات والمسجلات ، من أجل الفحص والاختبار ، ويتشابه النابض المنطقي والمجس المنطقي في الشكل لحد كبير .

٤ - كاشف مسار التيار Current tracer :

ويستخدم هذا الجهاز في تتبع مسار التيار المتدفق في المسارات المختلفة في اللوحات المطبوعة Printed Circuit ، ونظرية عمل هذا الجهاز تعتمد على الإحساس بالمجال المغناطيس الناشئ بسبب مرور التيار الكهربى ، وتوجد أنواع من كاشفات مسار التيار قادرة على كشف التيارات التي تتراوح شدتها من نانو أمبير حتى ١ أمبير . ويزود كاشف مسار التيار بثنائي مشع LED يضيء عند ملامسة طرف الكاشف لمسار يحمل تياراً كهربياً .
والجدير بالذكر أن كاشف مسار التيار يكون مزوداً بوسيلة لضبط حساسية الجهاز ، علماً بأن كاشف التيار يشبه لحد كبير النابض المنطقي .

عناصر الدائرة :

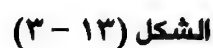
R_1	مقاومة كربونية $10k \Omega$.
R_2	مقاومة كربونية $82k \Omega$.
R_3	مقاومة كربونية $3.9k \Omega$.
$R_4 - R_{10}$	مقاومات كربونية $33k \Omega$.
$R_{11} - R_{17}$	مقاومات كربونية $1k \Omega$.
R_{18}	مقاومة كربونية $10k \Omega$.
R_{19}	مقاومة كربونية $10k \Omega$.
P_1	مقاومة متغيرة $1 M \Omega$.
C_1	مكثف كيميائي $1 \mu f$ وجهده $16V$.
C_2	مكثف كيميائي $10 nf$ وجهده $16V$.
C_3	مكثف كيميائي $10 \mu f$ وجهده $16V$.
$D_1 - D_7$	سبعة ثنائيات مشعة قياسية.
D_8	ثنائي سليكوني طراز 1N4148 .
$T_1 - T_7$	ترانزستورات NPN طراز Bc 109 أو Bc 108 أو Bc107 .
IC_1	مؤقت 555 .
IC_2	دائرة متكاملة تحتوى على مسجل إزاحة طراز CD 4015 .
IC_3	دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات NAND طراز CD 4011 .

نظرية التشغيل :

عند وصول التيار الكهربى لهذه الدائرة تكون حالة خرج بوابة XOR المؤلفة من البوابات A, B, C, D عالية ، وذلك نتيجة لوجود العناصر التالية D_8 , C_3 , R_{19} , R_{18} حيث يشحن المكثف C_3 ، وبالتالي تكون حالة المدخل 5 للبوابة B عالية ، فى حين أن حالة المدخل 9 للبوابة C يكون منخفضاً

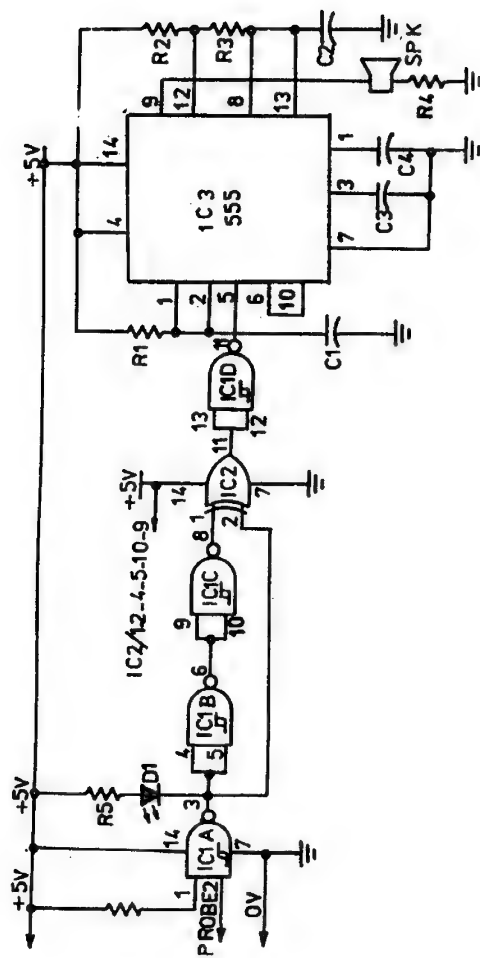
والجدير بالذكر أن هذا المحس له ماسكان يوصلان بالجهد الموجب $+5V$ وأرضى $0V$ الدائرة المختبرة .

الشكل (١٣ - ٣) يعرض دائرة مجلس منطقي تستخدم عند الحاجة للتحديد الدقيق للحالة المنطقية ويستخدم لفحص دوائر TTL.



عناصر الدائرة :

- R_1, R_6, R_7 مقاومات كربونية 120Ω .
- R_2 مقاومة كربونية $1.8 k \Omega$.
- R_3, R_5 مقاومات كربونية $27 k \Omega$.
- R_4 مقاومة كربونية $10 k \Omega$.
- C_1, C_2 مكثفات كيميائية $6 \mu f$ وجهداها $25V$.
- D_1, D_2, D_3 ثنائيات مشعة عالية القدرة .
- Q_1 ترانزستور NPN طراز 2 N 3904 .
- IC_1 دائرة متكاملة تحتوي على مذبذبين أحادي الاستقرار طراز 74123 .
- والجدول المرفق يبين كيفية تحديد المستوى المنطقي ، ونوع الانتقال من منخفض لعالٍ أو من عالٍ لمنخفض أو نبضات مستمرة كبيرة (0.5 S) أو نبضات قصيرة جداً .
- ### الدائرة رقم 3 :
- الشكل (١٣ - ٤) يعرض دائرة مجلس منطقي مزود بوسيلة عرض سمعية وضوئية ويستخدم لفحص دوائر TTT .



الشكل (١٣ - ٤)

عناصر الدائرة :

R_1	مقاومة كربونية $3.3 \text{ M } \Omega$.
R_2	مقاومة كربونية $2.7 \text{ k } \Omega$.
R_3	مقاومة كربونية $6.8 \text{ k } \Omega$.
R_4	مقاومة كربونية 39Ω .
R_5	مقاومة كربونية 330Ω .
R_6	مقاومة كربونية $1 \text{ k } \Omega$.
C_1, C_2	مكثفات كيميائية $0.047 \mu\text{f}$ وجهدها 16V .
C_3, C_4	مكثفات كيميائية $0.01 \mu\text{f}$ وجهدها 16V .
IC_1	دائرة متكاملة تحتوي على أربع بوابات NAND طراز 5 N 74132 .
IC_2	دائرة متكاملة تحتوي على أربع بوابات XOR طراز 5 N 7486 .
IC_3	مؤقت زمني مزدوج 556 .
D_1	ثنائي مشع قياس .
SPK	سماعة .

نظرية التشغيل :

عند ملامسة طرف المجس المنطقي Probe لنقطة لها حالة منطقية عالية يضيئ الثنائي المشع D_1 ، في حين أنه عند ملامسة طرف المجس المنطقي لنقطة لها حالة منطقية منخفضة ينطفئ الثنائي المشع D_1 ، وعند ملامسة طرف المجس المنطقي لنقطة لها حالة منطقية تنتقل من عالٍ لمنخفض ، أو العكس تصدر السماعة SPK صوتاً ، حيث تقوم البوابتان IC_{1A} ، IC_{1B} بعمل تأخير زمني مقداره 50 ns ، وتقوم XOR بإخراج نبضة عالية زمنها 50 ns في حين تقوم البوابة IC_{1D} بإخراج نبضة منخفضة زمنها 50 ns ، وعند وصولها لمدخل المؤقت الأيسر للمؤقت المزدوج IC_3 يعمل المؤقت الأيسر كمجذب أحادي الاستقرار فتخرج منه نبضة عالية من الرجل (6) زمنها .

$$t = 1.1 R_1 C_1 = 170 \text{ ms}$$

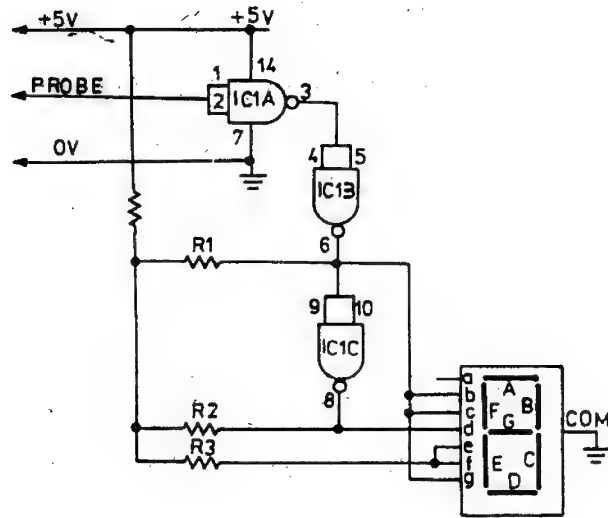
وتدخل هذه النبضة لمدخل المؤقت الأيمن للمؤقت المزدوج IC₃ (الرجل 10) والذي يعمل كمذبذب لامستقر ، فتخرج من (الرجل 9) نبضات ترددها يساوي :

$$F = \frac{1.44}{C_2 (R_2 + 2R_3)} = 1880 \text{ HZ}$$

فتصدر السماعه نغمة معينة لمدة 170 ms .

الدائرة رقم 4 :

الشكل (١٣ - ٥) يعرض دائرة مجلس منطقي مزود بوخدة عرض رقمية لتحديد الحالة المنطقية للدوائر المتكاملة TTL ، فيظهر الحرف H عندما تكون الحالة المنطقية عالية ، ويظهر الحرف L عندما تكون الحالة المنطقية منخفضة .



الشكل (١٣ - ٥)

عناصر الدائرة :

- R₁ مقاومة كربونية 100Ω .
- R₂, R₃ مقاومات كربونية 220Ω .
- IC₁ دائرة متكاملة تحتوي على أربع بوابات NAND طراز 7437 .
- وحدة عرض رقمية بمهبط مشترك Common cathode طراز DL - 704 .

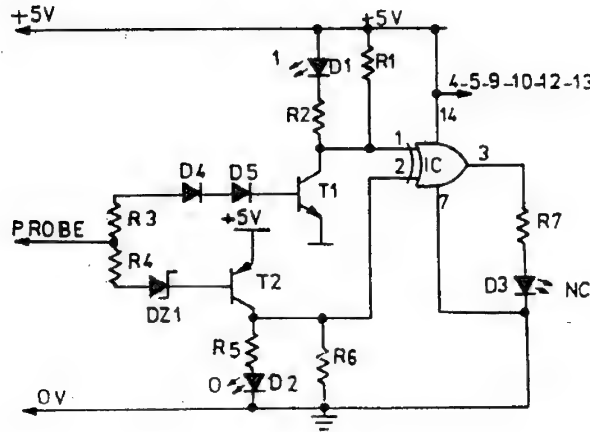
نظرية التشغيل :

فعند ملامسة طرف المحس المنطقي Probe لنقطة لها مستوى منطقي عال ، فإن خرج البوابة IC_{1A} يكون منخفضاً وخرج البوابة IC_{1B} يكون عالياً فتضيء الشرائح B, C, G وفي نفس الوقت تكون الشرائح E, F مضيئة فيظهر الحرف H .

وعند ملامسة طرف المحس المنطقي لنقطة لها مستوى منطقي منخفض فإن خرج البوابة IC_{1A} يكون عالياً وخرج البوابة IC_{1B} يكون منخفضاً ، وخرج البوابة IC_{1C} يكون عالياً فتضيء الشريحة D ، وفي نفس الوقت تكون الشرائح E, F مضيئة فيظهر الحرف L .
والجدير بالذكر أن هذا المحس المنطقي مزود بماسكين : أحدهما يوصل بالجهد الموجب ، والآخر يوصل بأرضى الدائرة المختبرة .

الدائرة رقم 5 :

الشكل (١٣ - ٦) يعرض دائرة محس منطقي لثلاثة مستويات منطقية وهي كالآتي :
الحالة المنخفضة (0) - الحالة العالية (1) - حالة غير محددة محصورة بين الحالة المنخفضة والحالة العالية .



الشكل (١٣ - ٦)

عناصر الدائرة :

R_1	مقاومة كربونية $10\text{ k}\Omega$.
R_2, R_5	مقاومات كربونية 330Ω .
R_3, R_4	مقاومات كربونية $10\text{ K}\Omega$.
R_6	مقاومة كربونية $1\text{ k}\Omega$.
R_7	مقاومة كربونية 82Ω .
D_1, D_2, D_3	ثنائيات مشعة قياسية .
D_4, D_5	ثنائيات سليكونية طراز 1N 4148 .
DZ_1	ثنائي زينر جهده 3.3 V .
T_1	ترانزستور NPN طراز BC 107 .
T_2	ترانزستور PNP طراز BC 157 .
IC	دائرة متكاملة تحتوي على أربع بوابات XOR طراز 7486 .

نظرية التشغيل :

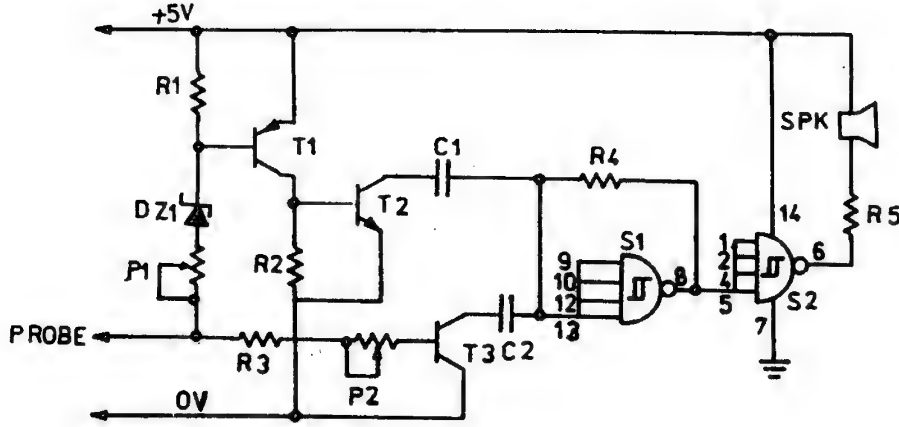
عند ملامسة طرف المحس المنطقي Probe لنقطة لها حالة منطقية عالية فإن الترانزستور T_1 سيتحول لحالة الوصل ON ، فيتصل مهبط D_1 بالأرضى عبر T_1 ويضيء في حين يصبح خرج البوابة XOR منخفضاً ؛ لأن حالة مدخلها منخفضة ، وعند ملامسة طرف المحس المنطقي Probe ، لنقطة لها حالة منطقية منخفضة فإن الترانزستور T_2 سيتحول لحالة الوصل ON وبالتالي يتصل مصعد الثنائي D_2 بجهد موجب 5V + فيضيء في حين أن خرج بوابة XOR يكون منخفضاً لأن حالة مدخلها مرتفعاً .

وعند ملامسة طرف المحس المنطقي لنقطة لها حالة منطقية لا هي منخفضة ولا هي عالية أى أصغر من 2V وأكبر من 0.8 V في هذه الحالة فإن كلا الترانزستورين T_1, T_2 سيكونان في حالة قطع ، وبالتالي يصبح خرج بوابة XOR عالياً ، لأن حالة المدخل 1 تكون عالية ، وحالة المدخل 2 تكون منخفضة ، ويضيء الثنائي D_3 . علماً بأن هذا الثنائي يضيء أيضاً عند توصيل محس الجهاز بأحد المداخل العائمة للدوائر المتكاملة الغير موصلة بالجهد V_{CC} + أو

بالأرضى GND أو عند ترك طرف المجس المنطقي حراً بدون توصيل .

الدائرة رقم 6 :

الشكل (١٣ - ٧) يعرض دائرة مجس منطقي سمعي يستخدم لفحص الدوائر المتكاملة TTL، حيث يعطى هذا المجس نغمة ذات تردد عال عند الحالة المنطقية العالية ، ونغمة ذات تردد منخفض عند الحالة المنطقية المنخفضة .



الشكل (١٣ - ٧)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية $1\text{ k}\Omega$.	R_1, R_2
مقاومة كربونية $10\text{ k}\Omega$.	R_3
مقاومات كربونية 330Ω .	R_4, R_5
مقاومة متغيرة $2.2\text{ k}\Omega$.	P_1
مقاومة متغيرة $100\text{ k}\Omega$.	P_2
مكثف سيراميك $1\mu\text{f}$.	C_1
مكثف سيراميك 470 nf .	C_2

- DZ₁ ثنائى زينر جهده 3.3V .
T₁ ترانزستور PNP طراز BC 557 .
T₂ , T₃ ترانزستورات NPN طراز BC 547 .
IC₁ دائرة متكاملة تحتوى على بوابتين Schmitt NAND طراز 7413 .
SPK سماعة مقاومتها 8 Ω .

نظرية عمل الدائرة :

عند ملامسة طرفى المجس المنطقى لنقطة لها حالة منطقية عالية (اكبر من أو تساوى 2.4 V) فإن الترانزستور T₃ سيتحول لحالة الوصل وبالتالى يتصل المكثف C₂ بالارض من خلال T₃ فيعمل C₂ والبوابة S₁ والمقاومة R₄ كمذبذب تردده يساوى :

$$F = \frac{0.9}{R_4 \cdot C_2} = 5800 \text{ HZ}$$

فيصدر صوت نغمة ترددها 5800 HZ من السماعة SPK .

وعند ملامسة طرف المجس لنقطة لها حالة منطقية منخفضة (أصغر من أو تساوى 0.8 V) فإن الترانزستور T₁ يتحول لحالة الوصل ، وتباعاً يتحول T₂ لحالة الوصل نتيجة لفرق الجهد الناشئ على أطراف المقاومة R₂ عند مرور التيار الكهربى عبر T₁ وفى هذه الحالة فإن طرف المكثف C₁ سيتصل بالارض عبر T₂ وينشأ عن ذلك مذبذب يتكون من المكثف C₁ والمقاومة R₄ والبوابة S₁ ويكون تردده مساوياً .

$$F = \frac{0.9}{R_4 \cdot C_1} = \frac{0.9}{330 \times 10^{-6}} = 2700 \text{ HZ}$$

ويصدر عن ذلك صوت نغمة ترددها 2700 HZ من السماعة SPK .

ملاحظات :

- ١ - تقوم البوابة S₂ بملاشة التشوية الذى يمكن أن يحدث فى الموجة المربعة المتولدة من المذبذب نتيجة لتحميل المقاومة R₄ على الخرج .

٢ - تقوم المقاومة المتغيرة P_2 بضبط قيمة جهد الإشارة العالية التى يعمل عندها المحس المنطقى .

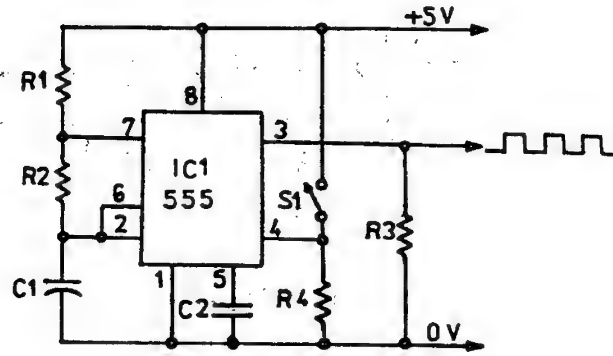
٣ - يقوم المقاومة المتغيرة P_1 بضبط قيمة جهد الإشارة المنخفضة التى يعمل عندها المحس المنطقى .

٤ - يقوم ثنائى الزينر DZ_1 بمنع مرور تيار كهربي فى المقاومات P_1 , P_2 عندما يكون طرف المحس المنطقى Probe موصلاً بنقطة لها حالة منطقية عالية ، وبالتالى يمنع تحول T_1 لحالة الوصل .

١٣ / ٣ - الدوائر العملية للنوابض المنطقية :

الدائرة رقم ١ :

الشكل (١٣ - ٨) يبين الدائرة الالكترونية لحاقن نبضات Pulse Injector .



الشكل (١٣ - ٨)

عناصر الدائرة :

R_1 مقاومة كربونية $10k \Omega$.

R_2 مقاومة كربونية $75 k \Omega$.

R_3 مقاومة كربونية $4.7 k \Omega$.

R_4 مقاومة كربونية $1k \Omega$.

C_1 مكثف كيميائى $0.01\mu f$ وجهد $10V$.

C_2 مكثف سيراميك سعته $0.01 \mu f$.

IC_1 مؤقت NE 555 .

S_1 مفتاح قطب واحد سكة واحدة .

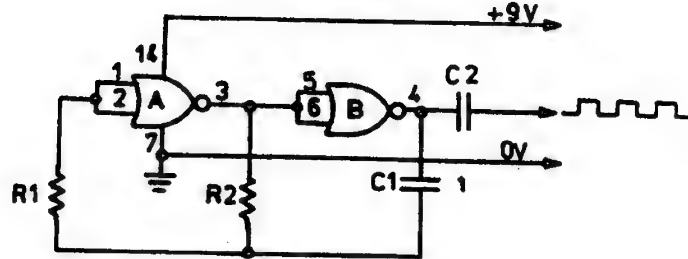
نظرية التشغيل :

عند غلق المفتاح S_1 يعمل المذبذب اللامستقر المؤلف من المؤقت NE 555 بتردد يساوى :

$$F = \frac{1.44}{C_1 (R_1 + 2R_2)} = 900 \text{ HZ}$$

الدائرة رقم 2 :

الشكل (١٣ - ٩) يبين دائرة الكترونية لحاقن نبضات باستخدام بوابات NOR .



الشكل (١٣ - ٩)

عناصر الدائرة :

R_1 مقاومة كربونية $200 \text{ k } \Omega$.

R_2 مقاومة كربونية $100 \text{ k } \Omega$.

C_1 مكثف سيراميك 7 nf .

C_2 مكثف سيراميك 100 nf .

IC_1 دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات NOR طراز CD 4001 .

$$F = \frac{0.69}{C_1 R_2} = 1000 \text{ Hz}$$

ويكون تردد هذا الحاقن مساوياً :

ويقوم المكثف C_2 بعزل الحاقن من أى جهد مستمر فى الدائرة المطلوب حقنها بالنبضات .

٤/١٣ - مراحل تتبع الأعطال فى الدوائر الرقمية :

- ١ - فحص الدائرة الرقمية بالعين المجردة للبحث عن وجود انتفاخ، أو تغير فى لون أحد العناصر الالكترونية أو الدوائر المتكاملة .
- ٢ - باللمس يمكن تحديد العناصر التى ترتفع درجة حرارتها بشكل ملحوظ أثناء العمل فقد يؤدي حدوث قصر داخلى فى الدائرة المتكاملة أن تسحب تياراً زائداً يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارتها .
- ٣ - وبالشّم يمكن التعرف على رائحة احتراق عزل محول أو مكثف أو احتراق ملف أو انصهار بلاستيك ترانزستور ، أو دائرة متكاملة .
- ٤ - التأكد من صحة قطبية منبع إمداد القدرة الكهربائية المستخدمة ، فكثير من الدوائر المتكاملة تنهار عند انعكاس قطبية المصدر الكهربى .
- ٥ - التأكد من أن جهد منبع إمداد القدرة واصل للدائرة المعنية له بقيمة مناسبة فبالنسبة للدوائر المتكاملة TTL يجب أن يكون V_{CC} مساوياً $5V \pm 0.25$ بتفاوت مقداره ± 0.25 V فيجب ألا يزيد عن $5.25 V$ ولا يقل عن $4.75V$.
- ٦ - التأكد من عدم وجود إشارة تيار متردد AC فى خط التيار المستمر DC فإذا زادت مركبة التيار المتردد عن عدة مللى فولتات فإنها تدل على وجود مشكلة فى المرشح Filter أو منظم الجهد Voltage Regulator ويمكن تحديدها بواسطة الآفوميتر أو الأوسليسكوب .
- ٧ - قياس فرق الجهد بين أرض المنبع ، وطرف الأرضى للدوائر المتكاملة فإذا زاد عن عدة مللى فولتات دل على وجود فتح فى الخط الواصل بين طرف أرض الدائرة المتكاملة والأرض العام .
- ٨ - التأكد من وصول جهد الإمداد للمخارج ذات الجمع المفتوح Open Collector .
- ٩ - ابدأ فى اكتشاف العطل بدءاً من الخارج ، ووصولاً للمداخل مستخدماً :
- المحس المنطقى Logic probe .

– النابض المنطقي Logic puLser .

– كاشف مسار التيار Current tracer .

وبالاستعانة بالمخططات الفنية للدائرة الرقمية التي بها العطل يمكن تتبع العطل وهناك بعض الأمور التي قد تحدث مثل :

أ – تحول الدائرة للعمل بالصورة الصحيحة فجأة عند ملامسة طرف الدائرة المتكاملة بالمجس المنطقي ، وهذا يدل على وجود وصلة لحام ضعيفة تحت طرف المجس المنطقي .

ب – إذا كانت جميع الإشارات اللازمة لتشغيل الدائرة الرقمية موجودة ، وبالرغم من ذلك فإن الدائرة الرقمية لا تعمل بصورة مرضية ، فإن هناك احتمالاً بتلف أحد مداخلها .

ج – تغير حالة دائرة CMOS عندما تلمس بواسطة المجس المنطقي ، فإن هذا يعنى وجود دخل مفتوح تحت طرف المجس المنطقي .

١٠ – يمكن تبريد الدائرة المتكاملة المشكوك فيها برشها بمبرد دوائر إلكترونية لمدة لا تزيد عن ثانيتين ، فإذا عادت الدائرة المتكاملة للعمل الطبيعي ولكن بمجرد ارتفاع درجة حرارتها تعود المشكلة مرة أخرى دل ذلك على أنها مصدر المشكلة ، ويجب الحذر أثناء القيام بالتبريد الجبرى للدوائر المتكاملة من رش المكثفات الكيمائية فقد يؤدي ذلك لتلفها .

١١ – يمكن وضع دائرة متكاملة سليمة فوق الدائرة المتكاملة المشكوك فيها بحيث تتلامس الأرجل المتماثلة للدائرتين المتماثلتين ، ثم ملاحظة أداء الدائرة فإن تحسن الأداء تنزع الدائرة المتكاملة الثالفة ، وتستبدل بالآخرى السليمة ، والجدير بالذكر أن هذه الطريقة عادة تستخدم فى حالة عدم استخدام قواعد تثبيت Sockets للدوائر المتكاملة .

والجدير بالذكر أنه لا ينصح بإعادة تركيب الدوائر المتكاملة المنزوعة من الدائرة بعد ثبوت صلاحيتها ؛ لأن ذلك يقلل من عمرها وكفاءتها ، ونلفت نظر القارئ إلى أن استخدام عنصر

مشكوك فيه يسبب حدوث بلبلة للفائز بعملية الإصلاح كما يجب التأكد من سلامة الجهد عند كل نقطة من نقاط تثبيت أرجل الدائرة المتكاملة حتى لا يتلف العنصر الجديد عند تثبيته.

١٣ / ٥ - أنواع الأعطال وطرق اكتشافها :

هناك عدة أنواع من الأعطال الممكنة وهي كما يلي :

أ - دائرة مفتوحة Open circiut وتمثل % 75 من أعطال الدوائر الرقمية المتكاملة ، وهناك احتمالان وهما :

— فتح في مخرج بوابة قائدة ، وهذه المشكلة تعمل على فقدان الإشارة عن مداخل جميع البوابات المنقادة .

— فتح في مدخل بوابة أحد البوابات المنقادة ، وهذه المشكلة لا تؤثر في باقى البوابات المتصلة معها .

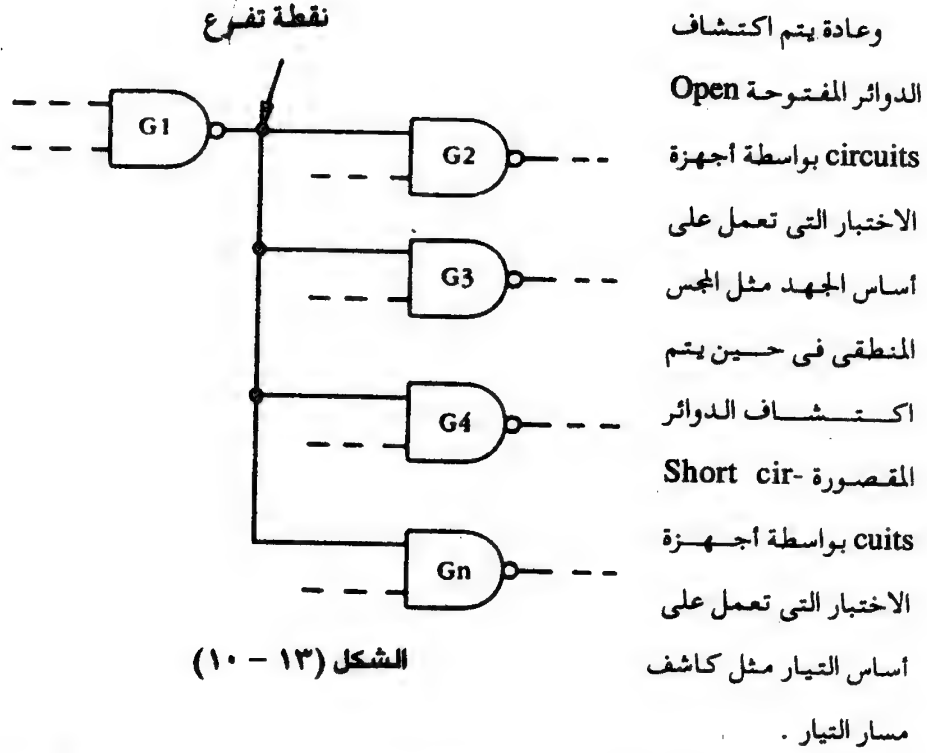
ب - دائرة مقصورة وتمثل % 25 من أعطال الدوائر الرقمية المتكاملة وهناك احتمالان وهما :

— قصر في خرج البوابة القائدة ، وهذا يؤدي إلى انخفاض المستوى المنطقي لنقطة التفرع Node ، وبالفعل هذا يؤثر على باقى البوابات المنقادة .

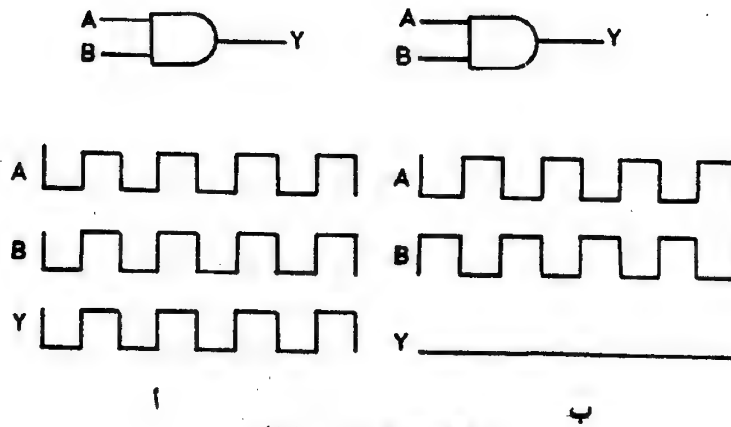
— قصر في أحد مداخل البوابات المنقادة ، وهذه المشكلة تؤدي إلى انخفاض المستوى المنطقي لنقطة التفرع ، وبالفعل هذا يؤثر في باقى البوابات المنقادة .

والشكل (١٣ - ١٠) يبين دائرة مركبة تحتوى على بوابة قائدة G_1 ، وبوابات

منقادة $G_2 : G_n$.



جـ - مشكلة توقيت timing trouble، وهي كثير ما تحدث في العدادات والمسجلات . إلخ ، وحتى يتسنى لنا استيعاب هذا النوع من الاعطال سنأخذ بوابة NAND بمدخلين A, B ولها مخرج Y في حالتين مختلفتين كما بالشكل (١٣ - ١١) .



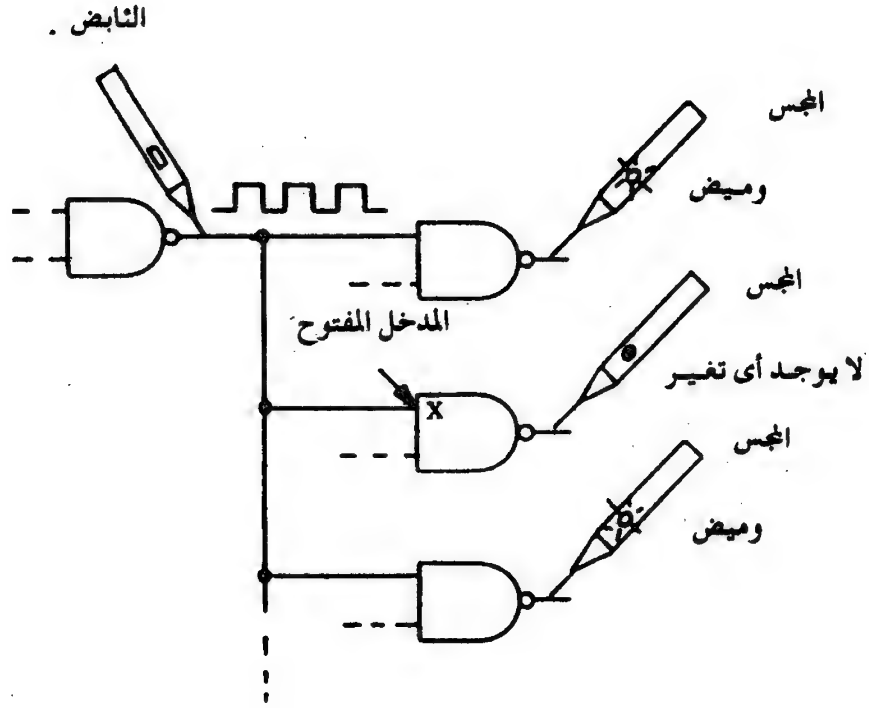
الشكل (١٣ - ١١)

ففى الشكل (أ) يوجد تزامن بين الإشارتين الداخلتين على المدخلين A, B ، فى حين أنه فى الشكل (ب) حدث إزاحة للإشارة B ؛ لعيب فى التوقيت فاختلف شكل الخرج Y وحتى يمكن اكتشاف مشاكل التوقيت نحتاج لجهاز تحليل منطقى Logic AnaLayzer .

وفى البداية يجب تحديد نوع الدوائر المتكاملة المستخدمة فى الدائرة المطلوب اكتشاف العطل بها هل CMOS أم TTL ؟ وعندئذ يجب استخدام مجس منطقى يتناسب مع الدائرة المعنية ، فهناك أنواع من المجسات المنطقية لا تستخدم إلا مع نوع واحد من الدوائر المتكاملة TTL أو CMOS فى حين توجد أنواع أخرى يمكن استخدامها مع كلا النوعين ، ولكنه يحتوى على مفتاح يتم ضبطه على نوع الدوائر المتكاملة TTL أو CMOS ففى حالة الدوائر المتكاملة TTL فإن الحالة المنخفضة تكون عند جهد أقل من أو يساوى : 0.8V والحالة العالية عند جهد أكبر من أو يساوى 2.2V أما فى حالة الدوائر المتكاملة CMOS فإن الحالة المنخفضة عند جهد أقل من أو يساوى : 0.3 V_{DD} والحالة العالية عند جهد أكبر من أو يساوى 0.7V_{DD} .

١ / ٥ / ١٣ - طرق اكتشاف الدوائر المفتوحة والدوائر المقصورة :

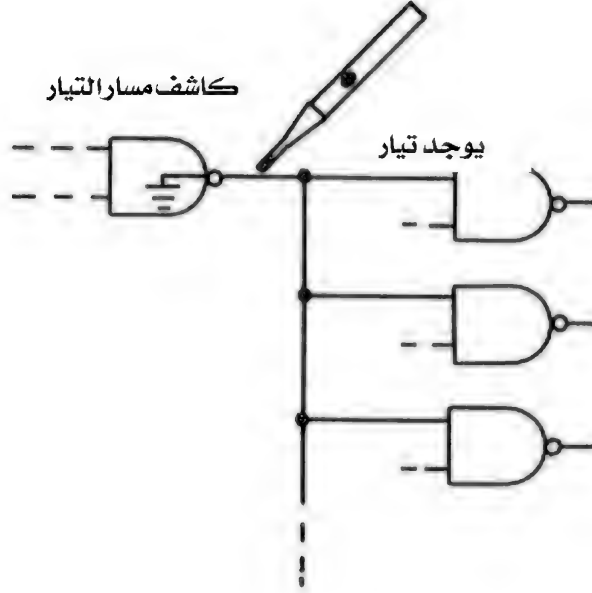
باستخدام المجس المنطقى والنايىض المنطقى يمكن اكتشاف الدائرة المفتوحة فى الدوائر الرقمية ، والشكل (١٣ - ١٢) يبين طريقة اكتشاف البوابة التى لها مدخل مفتوح باستخدام النايىض المنطقى Logic pulser والمجس المنطقى Logic probe فى دائرة مركبة .



الشكل (١٣ - ١٢)

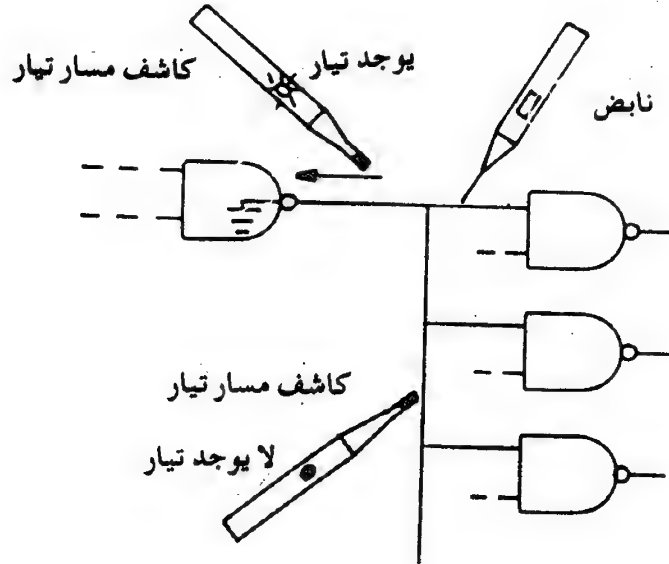
فعند حقن مداخل البوابات المنقادة بنبضات من حاقن نبضات ثم اختبار خرج هذه البوابات، فإن البوابة التي لا يحدث لخرجها تغير في الحالة - عن ذى قبل - تكون بمدخل مفتوح .

والشكل (١٣ - ١٣) يبين طريقة التأكد من عدم مرور تيار فى الأفرع المختلفة لنقطة التفرع Node مما يدل على وجود قصر على خرج البوابة القائدة بالأرضى ، ويستخدم فى ذلك كاشف مسار التيار Current tracer .



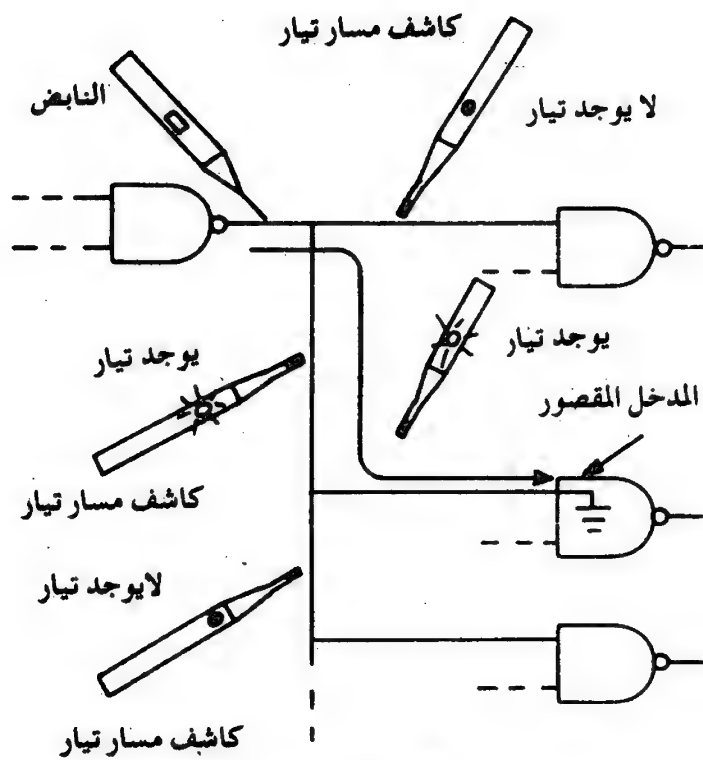
الشكل (١٣ - ١٣)

فى حين أن الشكل (١٣ - ١٤) يبين طريقة استخدام كاشف مسار التيار والنايىض المنطقى فى تحديد مكان التسريب (القصر) إذا كان عند مخرج البوابة القائدة .



الشكل (١٣ - ١٤)

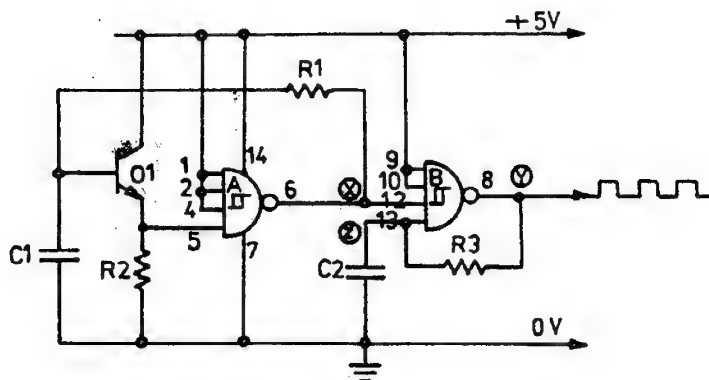
والشكل (١٣ - ١٥) يبين كيفية استخدام كاشف مسار التيار ، وكذلك النايىض المنطقى فى تحديد مكان تسرب التيار (القصر) عند أحد مداخل البوابات المنقادة .



الشكل (١٣ - ١٥)

١٣ / ٦ - تطبيق عملي على اكتشاف الأعطال في الدوائر الرقمية :

الشكل (١٣ - ١٦) يعرض دائرة مذبذب يتألف من بوابة Schmitt NAND .



الشكل (١٣ - ١٦)

عناصر الدائرة :

R_1	مقاومة كربونية 3.3 .
R_2	مقاومة كربونية 390Ω .
R_3	مقاومة كربونية 390Ω .
C_1	مكثف بوليستير سعته 330 nf .
C_2	مكثف بوليستير سعته 100 nf .
Q_1	ترانزستور NPN طراز BC 108 .
IC_1	دائرة متكاملة تحتوى على بوابتين Schmitt NAND طراز 7413 .

نظرية التشغيل :

عندما يكون خرج البوابة A مرتفعاً يشحن المكثف C_1 وصولاً للجهد 1.7V عند الرجل 5 للبوابة A حينئذ يصبح خرج البوابة A منخفضاً ، فيفرغ المكثف C_1 شحنته فى المقاومة R_1 وصولاً للجهد 0.9V عند الرجل 5 للبوابة A فيصبح خرج البوابة A مرتفعاً ، وتتكرر دورة التشغيل مرة أخرى ، ويكون تردد خرج البوابة A مساوياً .

$$F = \frac{0.9}{R_1 C_1} = 800 \text{ HZ}$$

والجدير بالذكر أن معامل دورة الخدمة لهذا المذبذب يساوى : 0.55 ، ويوصل خرج البوابة A بالرجل 12 للبوابة B ، ويكون خرج البوابة B ذبذبات ترددها .

$$F = \frac{0.9}{R_3 C_2} = 23 \text{ k HZ}$$

عندما يكون خرج البوابة A عالياً ، فى حين يكون خرج البوابة B عالياً ، عندما يكون خرج البوابة A منخفضاً .

والجدول (١٣ - ١) يبين الظواهر التى تحدث عند أنواع مختلفة من الاعطال .

الجدول (١٣ - ١)

الظاهرة	العطل
حالة المخرج Y هو معكوس حالة X بمعنى أن المخرج Y يتذبذب بتردد 800 HZ .	* فتح في المقاومة R_3
خرج المخرج Y موجه ترددها حوالي 800 HZ تحتوي بداخلها علي موجة ترددها 10 MHZ	* فتح في المكثف C_2
تردد المخرج Y حوالي 20 KHZ في حين أن حالة النقطة X مرتفعة .	* R_1 مفتوحة وقصر في C_1 أو فتح في دائرة قاعدة - باعث Q_1
تردد المخرج X و Y حوالي 10 MHZ .	* C_1 مفتوحة
حالة المخرج X منخفضة في حين أن حالة Y عالية .	* يوجد قصر بين قاعدة و باعث Q_1
تردد المخرج Y حوالي 20KHZ .	* أو قصر بين مجمع و باعث Q_1
	* فتح في الخط الواصل بين مخرج البوابة A ومدخل البوابة B

٧ / ١٣ - اكتشاف أعطال دوائر مصادر القدرة :

عند إصلاح دوائر مصادر القدرة يجب أولاً : تحديد مكان العطل والذي يمكن أن يكمن

في أحد العناصر التالية :

١ - الفيشة . ٢ - المصهرات . ٣ - المحول . ٤ - دائرة التوحيد .

٥ - المرشح (مكثفات - ملفات - مقاومات) .

٦ - المنظم (دائرة متكاملة - ترانزستور - ثنائي زينر - مقاومات ... إلخ)

والجدول (١٣ - ٢) يبين بعض الظواهر التي تفيد في تحديد مكان العطل .

الجدول (١٣ - ٢)

الظاهرة	العطل
خرج مصدر القدرة صفر، والجهد الثانوى للمحول صفر، ومقاومة ملف المحول الابتدائى أو الثانوى واللا نهاية .	* يوجد فتح في ملف المحول الابتدائى أو الثانوى .
المصهر الرئيسى محترق - جهد الخرج منخفض مع ارتفاع درجة حرارة المحول لزيادة التيار المسحوب .	* يوجد قصر فى ملف المحول الابتدائى أو الثانوى .
المصهر محترق - مقاومة صغيرة بين الملفات والأرضى .	* يوجد قصر بين ملفات المحول وجسمه .
خرج قنطرة التوحيد نصف موجة مع انخفاض الجهد المستمر وتنظيم سبب ، وزيادة جهد الذبابات .	* أحد ثنائيات القنطرة مفتوح
المصهر الرئيسى محترق ، حيث يحدث قصر على أطراف الملف الثانوى فى أحد نصفي كل دورة من دورات التيار المتردد .	* أحد ثنائيات القنطرة به قصر
جهد خرج مستمر منخفض وقيمة عالية للذبذبات فى الخرج .	* المكثف مفتوح
المصهر محترق ومقاومة أطراف الدائرة غير المنتظمة منخفضة جداً فى كل الانجامين .	* المكثف مقصور
جهد الخرج عال كما لو كان غير منظم .	* منظم الجهد به مشكل

الملحق رقم (١)

الرموز الالكترونية المستخدمة تبعاً للنظام الأمريكي (ANSI)

١ - الموصلات :

كابل يحتوى على خمسة موصلات		مكبر صوت (ساعة)	
كابل يحتوى على خمسة موصلات وله غلاف معدني مؤرض		مولد	
موصل بغلاف معدني مؤرض		محرك	
تقاطع بدون اتصال كهربى		مصهر	
وصلة بين موصلين مع وجود اتصال كهربى		قاطع	
وصلة مزدوجة		لمبة متوهجة	

٣ - اللمبات :

٢ - رموز عامة :

يعمل بالتيار المستمر		لمبة بيان (إشارة)	
يعمل بالتيار المتردد		لمبة بيان	
يعمل بالتيار المتردد والمستمر		لمبة نيون تعمل بالتيار المستمر	
بطارية بخلية واحدة		لمبة نيون تعمل بالتيار المتردد	
بطارية بخلايا متعددة			
سلك متصل بجسم الجهاز			

٤ - المقاومات :

وصلة مع جسم الجهاز		مقاومة ثابتة	
طرف مشترك يمكن أن يكون موجبا أو أرضيا		مقاومة بنقط تفرع	
بلورة كريستال نوع بيرو		مجزئ جهد	
مكبر عمليات			

٨ - المفاتيح والضواغط :

مفتاح بريشة مفتوحة		ريوستات	
مفتاح بريشة مغلقة			
مفتاح قطبين بسكتين			
مفتاح اختبار بوضعين ويسمى مفتاحاً قطبياً واحداً بسكتين		مقاومة حرارية	
مفتاح اختبار بثلاثة مواضع ويسمى مفتاحاً دواراً		نوع PTC (الرمز 1)	
		نوع NTC (الرمز 2)	
		مقاومة ضوئية	
		مقاومة تعتمد على الجهد	
ضاغط بريشة مفتوحة			
ضاغط بريشة مغلقة			

٥ - المكثفات :

مكثف عام



مكثف كيميائي



مكثف يمكن تغيير سعته



٦ - الملفات :

ملف ثابت الحث



ملف بقلب مغناطيسي

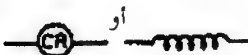


ملف له نقاط تفرع



٧ - الرليهاث المغناطيسية :

ملف الريلاي



ريشة مفتوحة-ريشة مغلقة



ريشة قلاب



٩ - أجهزة القياس :

جهاز أميتر لقياس التيار	
جهاز فولتميتر لقياس الجهد	
جهاز أميتر لقياس المقاومة	

١٠ - أشباه الموصلات :

أ - الثنائيات والترانزستورات :

ثنائي ويسمى موحداً أو دايوداً	
ثنائي زينر	
ترانزستور NPN	
ترانزستور PNP	
ترانزستور دارلنجتون NPN	

دياك		ترانزستور دارلنجتون PNP	
ترياك		ترانزستور FET بقناة N	
ج - العناصر الضوئية:		ترانزستور FET بقناة P	
ثنائي مشع - ثنائي ضوئي		ترانزستور MOSFET بقناة N نوع النضوب	
ثايرستور ضوئي LASCR		ترانزستور MOSFET بقناة P نوع النضوب	
ترانزستور ضوئي		ترانزستور MOSFET بقناة N نوع التعزيز	
ترياك ضوئي		ترانزستور MOSFET بقناة P نوع التعزيز	
خلية ضوئية		ترانزستور أحادي الوصلة UJT	
١١ - البوابات المنطقية:		ب - عناصر القدرة:	
بوابة AND		ثايرستور SCR	
بوابة OR		مفتاح سليكوني أحادي الاتجاه SUS (موحد رباعي الطبقات)	
بوابة NOT (عاكس)		مفتاح سليكوني ثنائي الاتجاه SBS	
عازل BUFFER			
بوابة XOR			
بوابة NAND			
بوابة NOR			
بوابة XNOR			
بوابة Schmitt NAND			

المحتويات

الموضوع الصفحة

الباب الأول

أساسيات الالكترونيات الرقمية

٩	١/١ - مقدمة
١١	٢/١ - الدوائر المتكاملة الرقمية
١١	١/٢/١ - الدوائر المتكاملة الرقمية عائلة TTL
١٤	٢/٢/١ - المخارج المختلفة للبوابات المنطقية عائلة TTL
١٨	٣/٢/١ - الدوائر المتكاملة الرقمية عائلة CMOS
٢١	٣/١ - البوابات المنطقية
٢٢	١/٣/١ - بوابة AND
٢٢	٢/٣/١ - بوابة OR
٢٣	٣/٣/١ - العاكس Inverter والعازل Buffer
٢٤	٤/٣/١ - بوابة NAND
٢٥	٥/٣/١ - بوابة NOR
٢٥	٦/٣/١ - بوابة XOR
٢٦	٧/٣/١ - بوابة XNOR
٢٧	٨/٣/١ - بوابات شحيت للإشعال
٢٩	٩/٣/١ - البوابات العامة

الصفحة	الموضوع
٣١	١٠/٣/١ - الدوائر المتكاملة للبوابات
٣٢	٤/١ - القلابات
٣٢	١/٤/١ - قلاب R - S
٣٣	٢/٤/١ - القلاب D
٣٧	٣/٤/١ - القلاب J - K
٣٩	٤/٤/١ - إزالة ارتداد المفاتيح
٤١	٥/١ - دوائر الإمساك
٤٣	٦/١ - أنظمة الأعداد والأكواد
٤٤	١/٦/١ - نظام الأعداد العشرية
٤٤	٢/٦/١ - نظام الأعداد الثنائية
٤٥	٣/٦/١ - نظام الأعداد الثمانية
٤٥	٤/٦/١ - نظام الأعداد السداسية عشر
٤٥	٥/٦/١ - الأعداد العشرية المكددة ثنائياً BCD
٤٦	٧/١ - العدادات
٤٦	١/٧/١ - العدادات غير المتزامنة
٥٠	٢/٧/١ - العدادات المتزامنة
٥٠	٣/٧/١ - الدوائر المتكاملة للعدادات
٥٨	٨/١ - مسجلات الإزاحة
٥٨	١/٨/١ - مسجلات الإزاحة ذات الدخل والخرج المتوالى SISO
	٢/٨/١ - مسجلات الإزاحة ذات الدخل المتوالى والخرج المتوازي
٥٩	SIPO

الصفحة

الموضوع

٦٠	٣/٨/١ - مسجلات الإزاحة ذات الدخل المتوازي والخرج المتوالى PISO
٦١	٤/٨/١ - مسجلات الإزاحة ذات الدخل والخرج المتوازي PIPO
٦٢	٥/٨/١ - الدوائر المتكاملة للمسجلات
٦٥	٩/١ - المشفرات Encoders
٦٧	١/٩/١ - الدوائر المتكاملة للمشفرات
٦٩	١٠/١ - مفسرات الشفرة Decoders
٧١	١/١٠/١ - الدوائر المتكاملة لمفسرات الشفرة
٧٨	٢/١٠/١ - تطبيق عملي (عداد النبضات اللامستقر من 0-9)
٧٩	٣/١٠/١ - تطبيق عملي (عداد النبضات المستقر من 0-9)
٨٠	١١/١ - مغيرات الشفرة Code converters
٨٠	١٢/١ - المجمعات Multiplexer (MUX)
٨٢	١٣/١ - الذاكرات Memories
٨٥	١/١٣/١ - الدوائر المتكاملة للذاكرات
٩٠	١٤/١ - المفتاح الثنائي الاتجاه CMOS
٩١	١٥/١ - الشروط الواجب تحقيقها عند استخدام الدوائر المتكاملة عائلة TTL
٩٣	١٦/١ - الشروط الواجب تحقيقها عند استخدام الدوائر المتكاملة عائلة CMOS

الباب الثانى

العناصر الالكترونية المستخدمة فى الدوائر الرقمية

٩٧	١/٢ - المقاومات
٩٧	١/١/٢ - المقاومات الخطية
٩٩	٢/١/٢ - المقاومات غير الخطية
١٠٠	٢/٢ - المكثفات
١٠٤	٣/٢ - عناصر متنوعة
١٠٤	١/٣/٢ - المصهرات
١٠٦	٢/٣/٢ - المفاتيح اليدوية
١٠٨	٣/٣/٢ - الضواغط
١٠٩	٤/٣/٢ - ريلامات التحكم
١١٠	٥/٣/٢ - المحولات
١١٢	٤/٢ - الثنائيات (الموحدات)
١١٣	٥/٢ - الترانزستور ثنائى القطبية
١١٧	٦/٢ - الثايرستور
١١٨	٧/٢ - الترياك
١٢٠	٨/٢ - الالكترنيات الضوئية
١٢٠	١/٨/٢ - الثنائى الباعث للضوء LED

الباب الثالث

مصادر القدرة المستمرة

١٢٧	١/٣ - مقدمة
-----	-------------------

الموضوع	الصفحة
٢/٣ - دوائر مصادر القدرة الأساسية الغير منتظمة	١٢٨
٣/٣ - مصادر القدرة ذات المنظمات المتوازية	١٢٩
٤/٣ - مصادر القدرة ذات المنظمات المتواليه	١٣٠
٥/٣ - منظمات الجهد المتكاملة ذات الأطراف الثلاثة	١٣١
١/٥/٣ - المنظمات ذات الخرج الثابت	١٣١
٢/٥/٣ - المنظمات ذات الخرج القابل للمعايرة	١٣٤
٦/٣ - الدوائر العملية لمصادر القدرة المنتظمة	١٣٦
٧/٣ - دوائر منظمات الجهد المزودة بحماية ضد زيادة الجهد والتيار	١٤٥

الباب الرابع

المذبذبات اللامستقرة والأحادية الاستقرار

١/٤ - مقدمة	١٥٣
٢/٤ - الدوائر المتكاملة TTL للمذبذبات الأحادية الاستقرار	١٥٤
٣/٤ - الدوائر المتكاملة CMOS للمذبذبات	١٥٦
٤/٤ - المؤقت 555	١٥٨
١/٤/٤ - عائلة المؤقتات 555	١٥٩
٥/٤ - الدوائر العملية للمذبذبات الأحادية الاستقرار	١٦٠
٦/٤ - الدوائر العملية للمذبذبات اللامستقرة	١٦٦

الباب الخامس

الريليات الاستاتيكية Static Relay

١/٥ - مقدمة	١٧٧
-------------	-----

الموضوع	الصفحة
٢/٥ - الدوائر العملية للريهات الاستاتيكية	١٧٨

الباب السادس

المؤقتات الزمنية

١/٦ - مقدمة	١٨٧
٢/٦ - الدوائر العملية للمؤقتات الزمنية	١٨٧

الباب السابع

تطبيقات على استخدام العدادات الرقمية

١/٧ - مقدمة	٢٠٣
٢/٧ - بعض التطبيقات المستخدمة للعدادات الرقمية	٢٠٣

الباب الثامن

دوائر الإنذار الصوتي والضوئي

١/٨ - مقدمة	٢٢٩
٢/٨ - دوائر الإنذار الصوتية والضوئية العملية	٢٢٩

الباب التاسع

دوائر الأضواء المتحركة

١/٩ - مقدمة	٢٤٥
٢/٩ - دوائر الأضواء المتحركة العملية	٢٤٥

الباب العاشر

دوائر الأضواء المتحركة المبرمجة

١/١٠ - مقدمة	٢٧٣
--------------	-----

٢٧٣	٢/١٠ - دوائر الأضواء المتحركة المبرمجة العملية
-----	--

الباب الحادى عشر

دوائر متنوعة

٣٠٥	١/١١ - دوائر متنوعة
٣٠٥	١/١/١١ - الدوائر العملية لأجهزة الاستشعار
٣٠٩	٢/١/١١ - اكتشاف انعكاس الأوجه
٣١٢	٣/١/١١ - إشارة مرور الطرق السريعة

الباب الثانى عشر

المحركات الخطوية Stepper Motors

٣٢١	١/١٢ - مقدمة
٣٢٢	٢/١٢ - تركيب ونظرية عمل المحركات الخطوية VR ذات الأربعة أوجه
٣٢٤	٣/١٢ - تركيب ونظرية عمل المحركات الخطوية PM ذات الوجهين
٣٢٧	٤/١٢ - تركيب ونظرية عمل المحركات الخطوية PM ذات الأربعة أوجه
٣٢٩	٥/١٢ - المصطلحات الفنية المستخدمة مع المحركات الخطوية
٣٣١	٦/١٢ - حالات تشغيل المحركات الخطوية
٣٣٢	٧/١٢ - مميزات وعيوب المحركات الخطوية
٣٣٣	٨/١٢ - الدوائر المتكاملة المستخدمة في تشغيل المحركات الخطوية
٣٣٦	٩/١٢ - الدوائر العملية لتشغيل المحركات الخطوية

الباب الثالث عشر

فحص وإصلاح أعطال الدوائر الرقمية

٣٤٧	١/١٣ - أجهزة اختبار الدوائر الرقمية
-----	-------------------------------------

الموضوع	الصفحة
٢/١٣ - الدوائر العملية للمجسات المنطقية	٣٤٩
٣/١٣ - الدوائر العملية للنوابض المنطقية	٣٥٩
٤/١٣ - مراحل تتبع الأعطال في الدوائر الرقمية	٣٦١
٥/١٣ - أنواع الأعطال وطرق اكتشافها	٣٦٣
١/٥/١٣ - طرق اكتشاف الدوائر المفتوحة والدوائر المقصورة	٣٦٥
٦/١٣ - تطبيق عملي علي اكتشاف الأعطال في الدوائر الرقمية	٣٦٨
٧/١٣ - اكتشاف أعطال دوائر مصادر القدرة	٣٧٠
الملحق رقم (1) الرموز الالكترونية المستخدمة تبعاً للنظام الأمريكي (ANSI)	٣٧٣

